

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-083389

(43)Date of publication of application : 21.03.2000

-----

(51)Int.Cl. H02N 2/00

F03G 7/06

-----

(21)Application number : 10-306115 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC  
WORKS LTD

(22)Date of filing : 27.10.1998 (72)Inventor : DOUNO SHIGERU

TSUTSUI SHINJI

SHINDO TAKASHI

HATAKE KAZUSHI

KITANO YUKIHIKO

-----

(30)Priority

Priority number : 10179063

Priority date : 25.06.1998

Priority country : JP

-----

(54) ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide with a simple configuration an actuator capable of sure demonstrating ability as an actuator, even at expansion.

SOLUTION: An actuator consists of an expansion/contraction element 1 that is made of a  $\pi$ -conjugated macromolecular material such as polyaniline and polypyrrole, a power supply part 2 and a voltage application part 3 for applying a voltage to the expansion/contraction element 1, and an electrolyte 4 for conducting electricity from the expansion/contraction element 1 to the outside, and then is provided with a mechanism for causing the expansion/ contraction element 1 to expand and contract, when positive potential and negative potential are applied to the voltage application part 3, respectively. The expansion/contraction element 1 is provided with a bias mechanism 5 such as a spring for generating force in the expanding direction on expansion. The power supply part 2 for supplying potential to the voltage application part 3 can vary switching between positive potential and negative potential and controls the amount of expansion/contraction of the expansion/contraction element 1 by switching the absolute value and the polarity of a voltage value.

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any**

**damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An elastic element which comprises pi conjugate type polymer materials, such as poly aniline and polypyrrole, A power supply section for impressing voltage to this elastic element and a voltage impressing part, and an electrolyte for making it flow through current outside from an elastic element are comprised, In a mechanism which an elastic element will elongate if electropositive potential is impressed to a voltage impressing part, and an elastic element will contract if electronegative potential is impressed to a voltage impressing part, An actuator with which a change of positive potential and negative potential is variable, and, as for a power supply section which provides bias mechanisms, such as a spring which generates power, in a stretching

direction at the time of extension of an elastic element, and supplies potential to a voltage impressing part, is characterized by controlling the amount of elasticity of an elastic element by absolute value of a pressure value, and polar change.

[Claim 2]The actuator according to claim 1 which encloses an electrolyte with space which installs a counter electrode part in a voltage impressing part, an elastic element, and its neighborhood, forms covering sections, such as silicon, in an outermost periphery part, and is formed between a counter electrode part and an elastic element, and is characterized by things.

[Claim 3]The actuator according to claim 1 or 2 which installs a counter electrode part in the circumference of an elastic element, and is characterized by things.

[Claim 4]The actuator according to any one of claims 1 to 3 which installs a counter electrode part in a voltage impressing part, an elastic element, and its neighborhood, and is characterized by a counter electrode part being the network structure.

[Claim 5]The actuator according to claim 1, wherein a voltage impressing part is installed in both ends of an elastic element and performs voltage impressing from a power supply section from both ends of an elastic element.

[Claim 6]The actuator according to claim 1, wherein a point of contact of a

voltage impressing part and an elastic element is larger than electrical conductivity of an elastic element.

[Claim 7]The actuator according to any one of claims 1 to 3, wherein it installs a counter electrode part in a voltage impressing part, an elastic element, and its neighborhood, a bias mechanism is carrying out the shape of a coil spring and this bias mechanism serves as a counter electrode part.

[Claim 8]The actuator according to claim 1, wherein a covering section which covers an outermost periphery comprised an elastic body and serves as a bias mechanism.

[Claim 9]The actuator according to claim 1 which installs a counter electrode part in the central part, makes rolled form a thin-film-ized elastic element, arranges around a counter electrode part, and is characterized by things.

[Claim 10]The actuator according to claim 9 characterized by a thing of an elastic element which carried out rolled form for which a counter electrode part is arranged so that a periphery may be surrounded further.

[Claim 11]The actuator according to claim 10 arranging an elastic element which carried out rolled form, and a two or more layers counter electrode part.

[Claim 12]The actuator according to claim 1 or 4, wherein an actuator which

allocated in a diameter direction an elastic element which carried out rolled form, and a counter electrode part is carrying out the shape of a tube.

[Claim 13]The actuator according to claim 1 impressing negative voltage to an elastic element of another side when positive voltage is impressed to an elastic element so that one side may contract in while, when one pair of elastic element is provided and one side develops for an elastic element of this couple.

[Claim 14]The actuator according to claim 1 or 13 with which a natural state is characterized by installing an elastic element in both sides of an elastic core material used as curved shape.

[Claim 15]The actuator according to claim 1 or 13 installing an elastic element in both outsides of an elastic core material of the shape of direct [ of a center section ].

[Claim 16]The actuator according to claim 15 providing at least two or more voltage impressing parts along an expansion and contraction direction of an elastic element, and changing as a change of a voltage impressing place being free.

[Claim 17]The actuator according to claim 1 or 13 installing an elastic element via an insulating movement transmission part, providing a voltage impressing

part in an insulating movement transmission part of each elastic element, and an end of an opposite hand, impressing reverse potential to a voltage impressing part of each elastic element, and making an insulating movement transmission part go up and down.

[Claim 18]The actuator according to claim 1 or 13 which allocates an elastic element in both sides of a rigid core material which a rigid core material was combined by link part and combined by this link part, and is characterized by things.

[Claim 19]The actuator according to claim 1 providing two or more elastic elements, providing a change part which switches impression of voltage to these two or more elastic elements, and generating an operation pattern of an elastic element by voltage switching.

[Claim 20]The actuator according to claim 1 providing a counter electrode part in the central part, installing at least three or more elastic elements in a peripheral part of a counter electrode part, and switching impression of voltage to three or more elastic elements.

[Claim 21]The actuator according to claim 1 which provides a counter electrode part which served as an elastic element to one side of a rigid core material

where it was combined by link part and a rigid core material was combined by this link part, and served as bias mechanisms, such as a spring, to the side of another side, and is characterized by things.

[Claim 22]The actuator according to claim 21 which provides a tension guide for guiding an abbreviated center section of the elastic element to a link part, and is characterized by things.

[Claim 23]The actuator according to claim 1 which inserts two or more elastic elements which have a voltage impressing part in a counter electrode part which carried out tubed, and is characterized by between inner circumference of a counter electrode part and outside surfaces of two or more elastic elements which have a voltage impressing part being an electrolyte in an inside of a tubed counter electrode part.

[Claim 24]The actuator according to claim 1 which arranges a counter electrode part to the central part, bends a thin-film-ized elastic element in the shape of a rib, arranges to a peripheral part of a counter electrode part, and is characterized by things.

[Claim 25]The actuator according to claim 24 which is crooked in the shape of a rib in a counter electrode part arranged to the central part, and is characterized



by things.

[Claim 26]The actuator according to claim 1 which arranges a counter electrode part in the central part, makes it spiral, arranges around a counter electrode part, and is characterized by centering a thin-film-ized elastic element on a counter electrode part.

[Claim 27]The actuator according to claim 1 which makes spiral an elastic element and a counter electrode part which were thin-film-ized, respectively, arranges so that the center of both whorls may be common and a whorl of another side may meet a periphery of one whorl, and is characterized by things.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the actuator which comprised an elastic element expanded and contracted if voltage is impressed within electrolytic environment.

[0002]

[Description of the Prior Art]The elastic element which comprises the former with pi conjugate type polymer materials, such as poly aniline and polypyrrole, The

power supply section for impressing voltage to this elastic element and a voltage impressing part, and the electrolyte for making it flow through current outside from an elastic element part are comprised, Making the amount of ion doping of an elastic element fluctuate by an oxidation-reduction reaction by impressing positive or electronegative potential to a voltage impressing part, and making an elastic element expand and contract is known. That is, if an elastic element will develop because the amount of ion doping of an elastic element increases if electropositive potential is impressed to a voltage impressing part, and electronegative potential is impressed to a voltage impressing part on the other hand, it will contract because the amount of ion doping of an elastic element decreases.

[0003]When it is going to use elasticity of the above elastic elements as an actuator, and an elastic element contracts, can reveal the power as an actuator, but. When an elastic element was prolonged, power as an actuator could not be revealed enough, but there was a problem that it could not use as an actuator which reveals power to both elasticity.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]This invention is made in view of the

above-mentioned point, and let it be a technical problem to provide the actuator which can reveal the power as an actuator certainly with easy composition also at the time of extension.

[0005]

[Means for Solving the Problem]An actuator applied to this invention in order to solve an aforementioned problem, The elastic element 1 which comprises pi conjugate type polymer materials, such as poly aniline and polypyrrole, The power supply section 2 and the voltage impressing part 3 for impressing voltage to this elastic element 1, In a mechanism which comprises the electrolyte 4 for making it flow through current outside from the elastic element 1, the elastic element 1 will elongate if electropositive potential is impressed to the voltage impressing part 3, and the elastic element 1 will contract if electronegative potential is impressed to the voltage impressing part 3, Forming the bias mechanisms 5, such as a spring which generates power, in a stretching direction at the elastic element 1 at the time of extension, a change of positive potential and negative potential is variable, and the power supply section 2 which supplies potential to the voltage impressing part 3 controls the amount of elasticity of the elastic element 1 by absolute value of a pressure value, and polar change. By

having such composition, if positive potential is impressed to the voltage impressing part 3, the amount of ion doping of the elastic element 1 increases, and the elastic element 1 tends to develop, but. Power of a direction which elongates the elastic element 1 according to the bias mechanisms 5, such as a spring, at this time occurs, and actuator force of a stretching direction in case this uses as an actuator can be revealed. When negative potential is impressed to the voltage impressing part 3 and the elastic element 1 contracts, the amount of ion doping of the elastic element 1 decreases, power of the bias mechanism 5 is resisted, the elastic element 1 contracts, and actuator force of a contracting direction can be revealed.

[0006]It is preferred to enclose the electrolyte 4 with space which installs the counter electrode part 7 in the voltage impressing part 3, the elastic element 1, and its neighborhood, forms the covering sections 6, such as silicon, in an outermost periphery part, and is formed between the counter electrode part 7 and the elastic element 1. External leakage of the electrolyte 4 can be prevented and a packed type actuator can consist of having such composition.

[0007]It is preferred to install the counter electrode part 7 in the circumference of the elastic element 1. Elasticity of the elastic element 1 will also be promoted by

an electric field to the elastic element 1 becoming uniform, an oxidation-reduction reaction being promoted, and an oxidation-reduction reaction being promoted in this way by having such composition.

[0008]The counter electrode part 7 is installed in the voltage impressing part 3, the elastic element 1, and its neighborhood, and it is preferred that the counter electrode part 7 is the network structure. By having such composition, the counter electrode part 7 can follow in footsteps and carry out shape distortion to elasticity of the elastic element 1 with easy composition.

[0009]It is preferred that the voltage impressing part 3 is installed in both ends of the elastic element 1, and performs voltage impressing from the power supply section 2 from both ends of the elastic element 1. By having such composition, electric charge grouting velocity becomes quick and an oxidation-reduction reaction of the elastic element 1 will also be promoted.

[0010]It is preferred that a point of contact of the voltage impressing part 3 and the elastic element 1 is larger than electrical conductivity of the elastic element 1. By having such composition, electric charge grouting velocity becomes quick and an oxidation-reduction reaction of the elastic element 1 will also be promoted.

[0011]It is preferred that install the counter electrode part 7 in the voltage impressing part 3, the elastic element 1, and its neighborhood, the bias mechanism 5 is carrying out the shape of a coil spring, and this bias mechanism 5 serves as the counter electrode part 7. By having such composition, the bias mechanism 5 and the counter electrode part 7 can be made to serve a double purpose, and reduction of part mark can be performed.

[0012]It is preferred that the covering section 6 which covers an outermost periphery comprised an elastic body, and serves as the bias mechanism 5. By having such composition, the bias mechanism 5 can be made to use also [ cover body / 6 ], and reduction of part mark can be performed.

[0013]It is preferred to install the counter electrode part 7 in the central part, to make the thin-film-ized elastic element 1 into rolled form, and to arrange around the counter electrode part 7. Thus, surface area of the extension element 1 can be made to be able to raise by making the extension element 1 into rolled form, a degree of shrinkage can be raised, and an electric field can be uniformly impressed to the rolled form surrounding counter electrode part 7 by installing the counter electrode part 7 in the central part.

[0014]A thing of the elastic element 1 which carried out rolled form for which the

counter electrode part 7 is arranged so that a periphery may be surrounded further is preferred. By having such composition, electric field addition will be uniformly made to inside-and-outside both sides of the elastic element 1 which carried out rolled form.

[0015]It is preferred to arrange the elastic element 1 which carried out rolled form, and the two or more layers counter electrode part 7. By having such composition, tensile strength at the time of contraction can improve.

[0016]It is preferred that an actuator which allocated in a diameter direction the elastic element 1 which carried out rolled form, and the counter electrode part 7 is carrying out the shape of a tube. By having such composition, a tube provided with a function expanded and contracted radially can be provided.

[0017]When positive voltage is impressed to the elastic element 1 so that one side may contract in while, when one pair of elastic element 1 is formed and one side develops for the elastic element 1 of this couple, it is preferred to impress negative voltage to the elastic element 1 of another side. By having such composition, one actuator can realize a different motion called extension and contraction simultaneously.

[0018]It is preferred to install the elastic element 1 in both sides of the elastic



core material 8 of shape where a natural state curved. By having such composition, an actuator which carries out curve movement which spreads radially or narrows can be provided. When positive potential is impressed to one elastic element 1 and it elongates by impressing voltage between the two elastic elements 1, negative potential will be impressed to the elastic element 1 of another side, will contract, and an actuator carries out curving operation by this, but. In this case, the bias mechanism 5 for while to develop and for the elastic element 1 which another side contracts promote crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of the elastic element 1 will be constituted, Therefore, crookedness extension power as an actuator can be revealed, without needing the special bias mechanism 5 of a separate part.

[0019]It is preferred to install the elastic element 1 in both outsides of the elastic core material 8 of the shape of direct [ of a center section ]. When positive potential is impressed to one elastic element 1 and it elongates by impressing voltage between the two elastic elements 1 by having such composition, negative potential will be impressed to the elastic element 1 of another side, it will contract, and, thereby, an actuator is crooked. In this case, the bias mechanism 5 for while to develop and for the elastic element 1 which another

side contracts promote crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of the elastic element 1 will be constituted, Therefore, crookedness extension power as an actuator can be revealed, without needing the bias mechanism 5 of a separate part.

[0020]It is preferred to form at least two or more voltage impressing parts 3 along an expansion and contraction direction of the elastic element 1, and to enable a change of a voltage impressing place. By having such composition, curvature at the time of crookedness is easily controllable by switching a voltage impressing place.

[0021]It is preferred to install the elastic element 1 via the insulating movement transmission part 9, to form the voltage impressing part 3 in the insulating movement transmission part 9 of each elastic element 1 and an end of an opposite hand, to impress reverse potential to the voltage impressing part 3 of each elastic element 1, and to make the insulating movement transmission part 9 go up and down. By impressing electropositive potential to one elastic element 1, and impressing electronegative potential to the elastic element 1 of another side by having such composition, one elastic element 1 develops, the elastic element 1 of another side contracts, and, thereby, the insulating movement

transmission part 9 moves up and down. In this case, the bias mechanism 5 for while to develop and for the elastic element 1 which another side contracts promote extension at the time of the elastic element 1 developing will be constituted, Therefore, straight-line extension power as an actuator can be revealed, without needing the bias mechanism 5 of a separate part.

[0022]It is preferred to allocate the elastic element 1 in both sides of the rigid core material 10 which the rigid core material 10 was combined by the link part 11, and was combined by this link part 11. When positive potential is impressed to one elastic element 1 and it elongates by having such composition, negative potential will be impressed to the elastic element 1 of another side, and it will contract, and thereby, an actuator is crooked in link part 11 portion, and joint crookedness is performed. In this case, the bias mechanism 5 for while to develop and for the elastic element 1 which another side contracts promote crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of the elastic element 1 will be constituted, Therefore, crookedness extension power as an actuator can be revealed, without needing the bias mechanism 5 of a separate part.

[0023]It is preferred to form the two or more elastic elements 1, to form the

change part 12 which switches impression of voltage to these two or more elastic elements 1, and to generate an operation pattern of the elastic element 1 by voltage switching. By having such composition, by changing various voltage impressing switching patterns to the two or more elastic elements 1, will expand all the elastic elements 1 simultaneously, it will be made to contract, or combination of extension and contraction will be changed, and an actuator with high flexibility can be provided.

[0024]It is preferred to form the counter electrode part 7 in the central part, to install at least three or more elastic elements 1 in a peripheral part of the counter electrode part 7, and to switch impression of voltage to the three or more elastic elements 1. By having such composition, an actuator which can perform a three-dimensional flection action can be provided. In this case, crookedness extension power as an actuator can be revealed, without the elastic element 1 to contract constituting the bias mechanism 5 for promoting crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of the elastic element 1 to elongate, therefore needing the bias mechanism 5 of a separate part.

[0025]It is preferred to form the counter electrode part 7 which served as the elastic element 1 to one side of the rigid core material 10 which the rigid core

material 10 was combined by the link part 11, and was combined by this link part 11, and served as the bias mechanisms 5, such as a spring, to the side of another side. By having such composition, an actuator is crooked in link part 11 portion, and joint crookedness is performed. Part mark are reducible by having made the bias mechanism 5 and the counter electrode part 7 as which it served serve a double purpose.

[0026]It is preferred to form the tension guide 13 for guiding an abbreviated center section of the elastic element 1 to the link part 11. Larger crookedness can be performed in a small shrinkage amount in being guided by the tension guide 13 by having such composition, when the elastic element 1 contracts.

[0027]Two or more elastic elements 1 which have the voltage impressing part 3 are inserted in the counter electrode part 7 which carried out tubed, and \*\* between [ whose ] inner circumference of the counter electrode part 7 and outside surfaces of two or more elastic elements 1 which have the voltage impressing part 3 is the electrolyte 4 is preferred in an inside of the tubed counter electrode part 7. By having such composition, each elastic element 1 can perform an expanding action, and can consider it as an actuator of large direct-acting of generative force as a whole.

[0028]It is preferred to arrange the counter electrode part 7 to the central part, to bend the thin-film-ized elastic element 1 in the shape of a rib, and to arrange to a peripheral part of the counter electrode part 7. By having such composition, also with an actuator of the same size, surface area of the elastic element 1 can be enlarged and generative force at the time of elasticity can be enlarged. An electric field can be uniformly added to the surrounding elastic element 1 by installing the counter electrode part 7 in the central part.

[0029]It is preferred that the counter electrode part 7 arranged to the central part is crooked in the shape of a rib. An oxidation-reduction reaction of polymer is promoted by being able to enlarge surface area of the elastic element 1 also with an actuator of the same size, and being able to enlarge generative force at the time of elasticity, and bending the counter electrode part 7 in the shape of a rib by having such composition, and elastic speed at the time of elasticity becomes quick.

[0030]The counter electrode part 7 is arranged in the central part, and a thing which centered the thin-film-ized elastic element 1 on the counter electrode part 7 and which it is made spiral and arranged around a counterelectrode is preferred. By having such composition, also with an actuator of the same size,

surface area of the elastic element 1 can be enlarged and generative force at the time of elasticity can be enlarged.

[0031]The elastic element 1 and the counter electrode part 7 which were thin-film-ized are made spiral, respectively, and the center of both whorls is common, and it is preferred to arrange so that a whorl of another side may meet a periphery of one whorl. By having such composition, also with an actuator of the same size, surface area of the elastic element 1 can be enlarged and generative force at the time of elasticity can be enlarged, The center of both whorls is common, and by arranging so that a whorl of another side may meet a periphery of one whorl, an oxidation-reduction reaction of polymer is promoted and elastic speed at the time of elasticity becomes quick.

[0032]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, this invention is explained based on the embodiment shown in an accompanying drawing.

[0033]The principle figure of the actuator of this invention is shown in drawing 1.

The elastic element 1 which the actuator of this invention comprised with pi conjugate type polymer materials, such as poly aniline and polypyrrole, The bias mechanisms 5, such as a spring which generates power, are established and

constituted in a stretching direction at the time of the power supply section 2 for impressing voltage to this elastic element 1 and the voltage impressing part 3, the electrolyte 4 for making it flow through current outside from the elastic element 1, and extension of the elastic element 1. What has a certain amount of [ here / as the electrolyte 4 used for this invention ] molecular weight as negative ion, For example,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  which produce  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCl}$  which produces  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HPF}_6$ ,  $\text{HBF}_4$  which produce  $\text{F}^-$ , etc. can be used.

[0034]And if the voltage of electropositive potential is impressed to the voltage impressing part 3, the amount of ion doping of an elastic element will increase by an oxidation-reduction reaction, and the elastic element 1 will develop, If the voltage of electronegative potential is conversely impressed to the voltage impressing part 3, the amount of ion doping of an elastic element will decrease, and the elastic element 1 will contract.

[0035]Carry out a deer, and since the actuator of this invention has formed the bias mechanisms 5, such as a spring which generates power, in the stretching direction at the time of extension of the elastic element 1, When the voltage of electropositive potential is impressed to the voltage impressing part 3 and the elastic element 1 develops like drawing 1 (b), the power of a stretching direction



will act according to the bias mechanisms 5, such as a spring, and the actuator force at the time of extension can be revealed. Here, when the bias mechanism 5 is a spring as an embodiment, the power in which a spring tries to return to natural length at the time of extension of the elastic element 1 occurs in a stretching direction. On the other hand, when the voltage of electronegative potential is impressed to the voltage impressing part 3 and the elastic element 1 contracts like drawing 1 (c), the elastic element 1 contracts by the pull strength which resists the power of the stretching direction by the bias mechanisms 5, such as a spring, and the actuator force at the time of contraction is revealed.

[0036]Explanation of the function of a bias mechanism is shown in drawing 2.

Namely, drawing 2 (a) shows the unloaded condition which is not impressing voltage to the voltage impressing part 3, and the bias mechanisms 5, such as a spring, are acting power in the direction which expands the elastic element 1. The state where drawing 2 (b) impressed the voltage of electropositive potential to the voltage impressing part 3, and the elastic element 1 developed is shown, and the bias mechanisms 5, such as a spring, are acting power in the direction which expands the elastic element 1. The state where drawing 2 (c) impressed the voltage of electronegative potential to the voltage impressing part

3, and the elastic element 1 contracted was shown, the bias mechanisms 5, such as a spring, were resisted, and the elastic element 1 has revealed pull strength to the contracting direction. By this, the power to the stretching direction of the bias mechanism 5 is added at the time of extension of the elastic element 1, the actuator force in a stretching direction is revealed, and pull strength is revealed at the time of contraction, and the time of extension and contraction can reveal actuator force.

[0037]Drawing 3 (a) can change the absolute value of the amount of elasticity with the absolute value of the voltage impressed to the elastic element 1 so that clearly [ it may be a graph which shows the relation between voltage and the amount of elasticity and ] from this graph. Drawing 3 (b) is an explanatory view for explaining reversal of the expansion and contraction direction by polarity, The change of extension and contraction is what is realized by changing the polarity of the voltage impressed to the elastic element 1, The elastic element 1 develops by impressing the voltage of electropositive potential to the voltage impressing part 3, the elastic element 1 contracts by impressing the voltage of electronegative potential to the voltage impressing part 3, and the actuator which can perform control of extension and contraction in easy control of changing the

polarity of voltage can be provided.

[0038]One embodiment of the actuator of this invention is shown in drawing 4.

The elastic element 1 which formed the voltage impressing part 3 in the end part is allocated in the tubed covering section 6 formed with the silicon etc. which have modification nature, Blockade the up-and-down opening of the tubed covering section 6 by the occlusion part 15, and the spring which constitutes the bias mechanism 5 which gives power in the direction which the outside of the elastic element 1 is made to elongate at the time of extension of the elastic element 1 further is allocated, The counter electrode part 7 is allocated up and down over the inside of the covering section 6, and the electrolyte 4 is enclosed with the space (that is, inside of the covering section 2) formed between the counter electrode part 7 and the elastic element 1. And the voltage impressing part 3 and the counter electrode part 7 are connected to the power supply section

2.

[0039]If a deer is carried out, the voltage of positive potential is impressed to the voltage impressing part 3 and electronegative potential is impressed to the counter electrode part 7, the elastic element 1 will develop (the power of a stretching direction is acted according to the bias mechanism 5 at this time, and

the actuator force in a stretching direction is revealed). If the voltage of negative potential is impressed to the voltage impressing part 3 and electropositive potential is impressed to the counter electrode part 7, the pull strength which the elastic element 1 contracts and resists the power of the stretching direction by the bias mechanism 5 will be produced, and the actuator force in a contracting direction will be revealed. In this embodiment, the electrolyte 4 can be prevented from revealing outside with easy composition, and a packed type actuator can be constituted.

[0040]Other embodiments of the actuator of this invention are shown in drawing 5. Although the fundamental composition of this embodiment is the same as that of the embodiment shown in above-mentioned drawing 4, the point which has arranged the counter electrode part 7 around the elastic element 1 differs from what is shown in drawing 4. That is, in this embodiment, the covering section 6 which carried out tubed is carrying out cylindrical shape, and the counter electrode part 7 which carried out cylindrical shape along the inner skin of the covering section 6 which carried out this cylindrical shape is allocated. Since the operation as an actuator in this embodiment is the same as that of the embodiment shown in above-mentioned drawing 4, omit explanation, but. In this

embodiment, since the counter electrode part 7 is installed in the circumference of the elastic element 1, it is that the electric field to the elastic element 1 becomes uniform, an oxidation-reduction reaction is promoted, and an oxidation-reduction reaction is promoted in this way, and elasticity of the elastic element 1 will also be promoted.

[0041]The embodiment of further others of the actuator of this invention is shown in drawing 6. In this embodiment, as the counter electrode part 7 shows drawing 6 (c), it is only differing in that it has the elastic network structure, and other composition has the same composition as the embodiment shown in drawing 4 or drawing 5, and the explanation which overlaps since the operation as an actuator is also the same is omitted. Carry out a deer, are making the counter electrode part 7 into the network structure in this embodiment, when the actuator does not expand and contract, are in the state of drawing 6 (c), but. When an actuator contracts, the counter electrode part 7 of the network structure follows in footsteps and contracts like drawing 6 (d), and when an actuator develops, the counter electrode part 7 of the network structure follows in footsteps and develops like drawing 6 (e). Thus, the counter electrode part 7 can be installed in the voltage impressing part 3, the elastic element 1, and its neighborhood, and

shape distortion can be followed in footsteps and carried out to elasticity of the elastic element 1 by the counter electrode part 7 of easy composition by the counter electrode part 7 considering it as the network structure. Although the counterelectrode 7 of the network structure shows the example which is carrying out cylindrical shape by drawing 6, the counterelectrode 7 of the network structure may carry out the shape of a piece.

[0042]The embodiment of further others of the actuator of this invention is shown in drawing 7. In this embodiment, the voltage impressing part 3 is installed in the both ends of the elastic element 1, performing voltage impressing from the power supply section 2 from the both ends of the elastic element 1 has the feature, and since other composition has the same composition as one which is shown in drawing 4 thru/or drawing 6 of embodiments, explanation of composition of overlapping is omitted. The explanation which overlaps since the operation as an actuator also performs the same operation is omitted. Since a deer is carried out, the voltage impressing part 3 is installed in the both ends of the elastic element 1 in this embodiment and voltage impressing from the power supply section 2 is performed from the both ends of the elastic element 1, electric charge grouting velocity becomes quick, the oxidation-reduction reaction

of the elastic element 1 is also promoted, and the speed of elasticity of the elastic element 1 becomes quick.

[0043]By the way, also in which embodiment shown in above-mentioned drawing 4 thru/or drawing 7, it is good for metal, such as large copper and silver, to constitute the point of contact 16 of the voltage impressing part 3 and the elastic element 1 from the electrical conductivity of the elastic element 1 (refer to drawing 8). By having such composition, electric charge grouting velocity becomes quick, the oxidation-reduction reaction of the elastic element 1 is also promoted, and the speed of elasticity of the elastic element 1 becomes quick. Since it is the same as that of each above-mentioned embodiment about composition and operation, the overlapping explanation is omitted.

[0044]The embodiment of further others of this invention is shown in drawing 9. In this embodiment, other composition except the counter electrode part 7 and the bias mechanism 5 is the same as the embodiment shown in either drawing 4 thru/or drawing 8. Therefore, since explanation of composition of that it is common in the embodiment shown in either drawing 4 thru/or drawing 8 and explanation of the operation as an actuator overlap, they are omitted, and only different composition is explained. That is, in this embodiment, it is constituting

the bias mechanism 5 with metal coil springs, and the feature of this embodiment is at the point of having made the counter electrode part 7 using also [ bias mechanism / 5 ]. Thereby, the bias mechanism 5 and the counter electrode part 7 can be made to serve a double purpose, and reduction of part mark can be performed.

[0045]The embodiment of further others of this invention is shown in drawing 10.

In this embodiment, other composition except the covering section 6 and the bias mechanism 5 which cover an outermost periphery is the same as the embodiment shown in either drawing 4 thru/or drawing 8. Therefore, since explanation of composition of that it is common in the embodiment shown in either drawing 4 thru/or drawing 8 and explanation of the operation as an actuator overlap, they are omitted, and only different composition is explained.

That is, in this embodiment, the feature is at the point that the covering section 6 which covers an outermost periphery comprised an elastic body like rubber, and served as the bias mechanism 5. Thereby, the covering section 6 and the bias mechanism 5 can be made to serve a double purpose, and reduction of part mark can be performed. Here, the function as the bias mechanism 5 to make a stretching direction generate power can be given to the covering section 6 at the



time of extension of an elastic element by giving and installing the initial resistance which it is going to prolong in a stretching direction in elastic bodies, such as rubber which constitutes the bias mechanism 5.

[0046]Next, the embodiment of further others of this invention is described based on drawing 11. Although it is an example which has arranged the elastic element 1 to the central part in the embodiment shown in drawing 5 thru/or drawing 8, and has arranged the counterelectrode 7 around the elastic element 1, The embodiment and composition which the point which made rolled form the elastic element 1 which installed and thin-film-ized the counter electrode part 7 to the central part in the embodiment shown in drawing 11, and has been arranged around the counter electrode part 7 shows to drawing 5 thru/or drawing 8 differ from each other, Other composition is the same as that of the embodiment shown in either drawing 5 thru/or drawing 8, and since the operation as an actuator is also common, explanation of common composition and operation is omitted. By making into rolled form the elastic element 1 which carried out the deer and was thin-film-ized, and arranging around the counter electrode part 7, also with the actuator of the same size, the cross-section area of the elastic element 1 can be enlarged, and generative force at the time of

elasticity can be enlarged. An electric field can be uniformly impressed to the surrounding elastic element 1 by installing the counter electrode part 7 in the central part.

[0047]Next, the embodiment of further others of this invention is described based on drawing 12. In this embodiment, in the embodiment shown in above-mentioned drawing 11, additional installation of the counter electrode part 7 is further carried out so that the periphery of the elastic element 1 installed in rolled form may be surrounded, and since it is the same as that of the embodiment shown in drawing 11, other composition and operation are omitted. In this embodiment, the voltage impressing to the elastic element 1 serves as rear surface homogeneity, the oxidation-reduction reaction of the elastic element 1 will be promoted, and elasticity of the elastic element 1 will be promoted as a result.

[0048]Next, the embodiment of further others of this invention is described based on drawing 13. In this embodiment, in the embodiment shown in above-mentioned drawing 12, the elastic element 1 and the counter electrode part 7 of two or more layers which were installed in rolled form are arranged, and since it is the same as that of the embodiment shown in drawing 12, other

composition and operation are omitted. In this embodiment, since elastic promotion of the elastic element 1 of all the layers is carried out and the cross-section area of the elastic element 1 increases, the generative force of an expansion and contraction direction will rise.

[0049]Next, the embodiment of further others of this invention is described based on drawing 14. In this embodiment, the actuator which allocated in the diameter direction the elastic element 1 which carried out rolled form, and the counter electrode part 7 is carrying out the shape of a tube. That is, in drawing 14, the covering section 6 which has the elasticity which carried out rolled form constitutes the tube-like the inner skin part and outer peripheral surface part of the actuator, The counter electrode part 7 which carried out the elastic element 1 which carried out rolled form which formed the voltage impressing part 3 between the covering sections 6 of both the inside-and-outside periphery, and rolled form is allocated, and between the upper-and-lower-ends parts between the covering sections 6 of both the inside-and-outside periphery is blockaded, and the electrolyte 4 is enclosed between the covering sections 6 of an inside-and-outside periphery. And if the voltage of positive potential is impressed to the voltage impressing part 3 and electronegative potential is impressed to the

counter electrode part 7 in this embodiment, The rolled form elastic element 1 develops radially, and if the voltage of negative potential is impressed to the voltage impressing part 3 and electropositive potential is conversely impressed to the counter electrode part 7, the rolled form elastic element 1 will contract radially. Here, although the graphic display is omitted in this embodiment, bias mechanisms, such as a spring which generates power, are provided in the stretching direction at the time of the extension to the radial direction of the elastic element 1, and actuator force can be radially revealed at the time of extension. Thus, it is a thing which makes a tube-like actuator expand and contract radially and which can be used as pressure massages, such as a finger and an arm, a sphygmomanometer, etc., for example since it can do.

[0050]Next, the principle figure of other embodiments of this invention is shown in drawing 15. Namely, one pair of elastic element 1 which formed the voltage impressing part 3 in this embodiment is formed, The electrolyte 4 is enclosed among both the elastic elements 1, and both the voltage impressing part 3 is connected to the power supply section 2, respectively so that negative potential may be impressed to the voltage impressing part 3 of another side, when the voltage of positive potential is impressed to the voltage impressing part 3 of one

elastic element 1. And the voltage of positive potential is impressed to the voltage impressing part 3 of above-mentioned one elastic element 1, When the voltage of negative potential is impressed to the voltage impressing part 3 of the elastic element 1 of another side, one elastic element 1 will develop, the elastic element 1 of another side will contract, and one actuator can realize a different motion called extension and contraction simultaneously.

[0051]One embodiment adapting this principle is shown in drawing 16. The elastic element 1 which curved at the arc on both sides of the elastic core material 8 which carried out shape where the natural state curved to the arc, in this embodiment is arranged, The voltage impressing part 3 is formed in this elastic element 1, the peripheral part of an actuator is covered with the covering section 6, the both ends of the actuator which carried out the arc are further blockaded by the occlusion part 15, and the electrolyte 4 is enclosed with an inside. Carry out a deer and the voltage of positive potential is impressed to the voltage impressing part 3 of one elastic element 1, When the voltage of negative potential is impressed to the voltage impressing part 3 of the elastic element 1 of another side, the elastic element 1 which carried out one arc develops, The elastic element 1 which carried out the arc of another side will contract, if

potential of the voltage to impress is made reverse, operation contrary to the above will be carried out, and the actuator which carried out the arc by this carries out curving operation which spreads radially or is contracted (it operates to the arrow direction of drawing 16). As mentioned above, when positive potential is impressed to one elastic element 1 and it elongates by impressing voltage between the two elastic elements 1, negative potential will be impressed to the elastic element 1 of another side, will contract, and an actuator carries out curving operation by this, but. In this case, the bias mechanism 5 for while to develop and for the elastic element 1 which another side contracts promote the crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of the elastic element 1 will be constituted, Therefore, the crookedness extension power as an actuator can be revealed, without needing the special bias mechanism 5 of a separate part.

[0052]Other embodiments adapting the principle of what is shown in drawing 15 are shown in drawing 17. That is, the elastic element 1 which formed the voltage impressing part 3 in the upper bed part is installed in the both outsides of the elastic core material 8 of the shape of direct [ of a center section ], a periphery is covered with the covering section 6, an upper bed part opening is blockaded by

the occlusion part 15, the electrolyte 4 is enclosed with an inside, and an actuator is constituted. Carry out a deer and the voltage of positive potential is impressed to the voltage impressing part 3 of one elastic element 1, When the voltage of negative potential is impressed to the voltage impressing part 3 of the elastic element 1 of another side, one elastic element 1 develops, The elastic element 1 which carried out the arc of another side will contract, if potential of the voltage to impress is made reverse, operation contrary to the above will be carried out, and it is crooked so that an actuator may carry out head for the first time in movement to right and left like the arrow of drawing 17 by this. By as mentioned above, the thing for which the elastic element 1 which formed the voltage impressing part 3 in the upper bed part is installed in the both outsides of the elastic core material 8 of the shape of direct [ of a center section ], and voltage is impressed between the two elastic elements 1. When positive potential is impressed to one elastic element 1 and it elongates, negative potential will be impressed to the elastic element 1 of another side, it will contract, and, thereby, an actuator is crooked. In this case, the bias mechanism 5 for while to develop and for the elastic element 1 which another side contracts promote the crookedness extension at the time of carrying out crookedness

extension of the elastic element 1 will be constituted, Therefore, the crookedness extension power as an actuator can be revealed, without needing the bias mechanism 5 of a separate part.

[0053]Other embodiments are shown furthermore it applied the principle of what is shown in drawing 15 to drawing 18. That is, this embodiment shown in drawing 18 forms at least two or more voltage impressing parts 3 along the expansion and contraction direction of the elastic element 1 in the embodiment shown in drawing 17. Fundamental operation of the actuator of this embodiment is crooked so that it may be the same as what is shown in drawing 17 and an actuator may carry out head for the first time in movement to right and left. And a voltage impressing place is switched by choosing one of these switches connected to the voltage impressing part 3 which has formed the switch 20 in the parallel circuit unit which connects each voltage impressing part 3 and the power supply section 2, respectively, and were provided along the expansion and contraction direction, and an OFF change. Since the amount of elasticity of the elastic element 1 changes with voltage impressing places, the flexion rate of an actuator can be controlled as a result.

[0054]Other embodiments of this invention are shown in drawing 19. The elastic



element 1 is installed via the insulating movement transmission part 9, the voltage impressing part 3 is formed in the insulating movement transmission part 9 of each elastic element 1, and the end of an opposite hand, a periphery is covered with the covering section 6, a top-and-bottom-ends opening is blockaded by the occlusion part 15, the electrolyte 4 is enclosed with an inside, and the actuator consists of these embodiments. It is carrying out a deer, impressing electropositive potential to one elastic element 1 in this embodiment, and impressing electronegative potential to the elastic element 1 of another side, and one elastic element 1 develops, the elastic element 1 of another side contracts, and, thereby, the insulating movement transmission part 9 moves up and down. In this case, the bias mechanism 5 for while to develop and for the elastic element 1 which another side contracts promote the extension at the time of the elastic element 1 developing will be constituted, Therefore, the straight-line extension power as an actuator can be revealed, without needing the bias mechanism 5 of a separate part.

[0055]Other embodiments of this invention are shown in drawing 20. In this embodiment, the up-and-down rigid core material 10 is combined by the link part 11, The elastic element 1 which formed the voltage impressing part 3 in the both

sides of the rigid core material 10 combined by this link part 11, respectively is allocated, a periphery is covered with the covering section 6, a top-and-bottom-ends opening is blockaded by the occlusion part 15, the electrolyte 4 is enclosed with an inside, and the actuator is constituted. A deer is carried out, when positive potential is impressed to one elastic element 1 and it elongates in this embodiment, negative potential will be impressed to the elastic element 1 of another side, and it will contract, and thereby, an actuator is crooked in link part 11 portion, and joint crookedness is performed. In this case, the bias mechanism 5 for while to develop and for the elastic element 1 which another side contracts promote the crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of the elastic element 1 will be constituted, Therefore, the crookedness extension power as an actuator can be revealed, without needing the bias mechanism 5 of a separate part. Thus, the actuator which carries out a joint movement in this embodiment can be provided.

[0056]Next, the principle figure of the embodiment of further others of this invention is shown in drawing 21. That is, in this embodiment, the two or more elastic elements 1 are formed, the change part 12 which switches impression of the voltage to these two or more elastic elements 1 is formed, and voltage

switching generates the operation pattern of the elastic element 1. That is, the switch 20 is formed in the circuit part which connects each elastic element 1 and the power supply section 2, respectively, and the change part 12 which consists of these switches is constituted. By and the thing for which impression of the voltage to the two or more above-mentioned elastic elements 1 is switched in the change part 12. Can change various voltage impressing switching patterns to the two or more elastic elements 1, and expand all the elastic elements 1 simultaneously, make it contract, or. or -- expanding only the arbitrary elastic elements 1 or making it contract \*\*\*\* -- as -- the combination of extension and contraction is changed and a small actuator with high flexibility can be provided.

[0057]Next, the embodiment of further others of this invention is shown in drawing 22. In this embodiment, the counter electrode part 7 is formed in the central part, and at least three or more elastic elements 1 are installed in the peripheral part of the counter electrode part 7. \*\*\*\* allocates two or more elastic elements 1 in drawing 22 annularly, and the insulator 25 is allocated between the adjoining elastic elements 1. A periphery is covered with the covering section 6 also in this embodiment, and the electrolyte 4 is enclosed with the inside. Although the graphic display is omitted, a top-and-bottom-ends opening is

blockaded by an occlusion part, and the voltage impressing part 3 is formed in the elastic element 1. And the switch 20 is formed in the parallel circuit unit which connects each elastic element 1 and the power supply section 2, respectively, and the change part 12 is constituted. Contract the whole to the Z direction in drawing 22 by considering it as same electric potential by carrying out a deer and changing the voltage application pattern to the three or more elastic elements 1, or, Or the actuator which can perform the three-dimensional flection action of X, Y, and theta (twist angle [ as opposed to X and Y in theta ]) can be provided by making a part into positive potential and making other parts into negative potential among the three or more elastic elements 1. In this case, the crookedness extension power as an actuator can be revealed, without the elastic element 1 to contract constituting the bias mechanism 5 for promoting the crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of the elastic element 1 to elongate, therefore needing the bias mechanism 5 of a separate part.

[0058]Next, based on drawing 23, it explains per embodiment of further others of this invention. In this embodiment, the counter electrode part 7 which served the elastic element 1 which formed the voltage impressing part 3 in one side of the

rigid core material 10 where it was combined by the link part 11 and the rigid core material 10 was combined by this link part 11 as the bias mechanisms 5, such as a spring, to the side of another side is formed. The bias mechanism 5 which makes the counter electrode part 7 serve a double purpose by metal extension springs consists of embodiments of drawing 23. A periphery is covered with the covering section 6, a top-and-bottom-ends opening is blockaded by the occlusion part 15, the electrolyte 4 is enclosed with an inside, and the actuator is constituted. When the voltage of positive potential is impressed to the voltage impressing part 3 and the voltage of negative potential is impressed to the counter electrode part 7 in this thing, the elastic element 1 develops and are crooked in the counter electrode part 7 side focusing on the link part 11, but. Since the extension spring constitutes the bias mechanism 5 which makes the counter electrode part 7 serve a double purpose at this time, the power crooked in the counter electrode part 7 side focusing on the link part 11 in the rigid body core material 10 will act, and the power of the stretching direction of the elastic element 1 will be given. On the other hand, when the voltage of negative potential is impressed to the voltage impressing part 3 and the voltage of positive potential is impressed to the counter electrode part 7, the

spring power which constitutes the above-mentioned bias mechanism 5 is resisted, the elastic element 1 contracts, and the rigid body core material 10 is crooked in the counter electrode part 7 and an opposite hand focusing on the link part 11. Thus, an actuator is crooked by a joint movement in the counter electrode part 7 and elastic element 1 side focusing on the ring part 11. In this embodiment, part mark are reducible by having made the bias mechanism 5 and the counter electrode part 7 as which it served serve a double purpose.

[0059]Here, the tension guide 13 for guiding the abbreviated center section of the elastic element 1 to the thing of the embodiment of drawing 23 further, as shown in drawing 24 may be formed in the link part 11. Thus, by forming the tension guide 13 for guiding the abbreviated center section of the elastic element 1 to the link part 11, when the elastic element 1 contracts, it will be guided by the tension guide 13, and larger crookedness can be performed with a small shrinkage amount.

[0060]Next, based on drawing 25, it explains per other embodiments of this invention. In this embodiment, two or more elastic elements 1 which have the voltage impressing part 3 are inserted in the counter electrode part 7 which carried out tubed, and it is filled up with the electrolyte 4 in the inside of the tubed

counter electrode part 7 between the inner circumference of the counter electrode part 7, and the outside surface of two or more elastic elements 1 which have the voltage impressing part 3. Here, the elastic element 1 is carrying out rod form or tubed, has the voltage impressing part 3 in the end part, and is inserting it in the counter electrode part 7 which made this the bunch and carried out tubed. Although drawing 25 is a schematic diagram and the graphic display of bias mechanisms, such as a spring, is omitted, A bias mechanism may be established to the elastic element 1 which may establish a bias mechanism like each above-mentioned embodiment, and could establish bias mechanisms, such as a spring, for every elastic element in this case, or became a bunch.

[0061]And although the elastic element 1 contracts because the elastic element 1 develops by impressing electropositive potential to the voltage impressing part 3, and impressing the voltage of electronegative potential to the counter electrode part 7 in this embodiment, and impress electronegative potential to the voltage impressing part 3 and it impresses the voltage of electropositive potential to the counter electrode part 7, Each elastic element 1 performs an expanding action, the cross-section area and surface area of an elastic element increase, and it can be considered as the actuator of direct-acting of big

generative

force.

[0062]Next, based on drawing 26, it explains per other embodiments of this invention. In this embodiment, it has composition which bent the elastic element 1 which arranges and thin-film-ized the counter electrode part 7 to the central part in the shape of a rib, and has been arranged to the peripheral part of the counter electrode part 7. Although the elastic element 1 contracts because the elastic element 1 develops by impressing electropositive potential to the voltage impressing part 3, and impressing the voltage of electronegative potential to the counter electrode part 7 also in this embodiment, and impress electronegative potential to the voltage impressing part 3 and it impresses the voltage of electropositive potential to the counter electrode part 7, By arranging the counter electrode part 7 to the central part, bending the thin-film-ized elastic element 1 in the shape of a rib, and arranging to the peripheral part of the counter electrode part 7, also with the actuator of the same size, surface area of the elastic element 1 can be enlarged and generative force at the time of elasticity can be enlarged. An electric field can be uniformly added to the surrounding elastic element 1 by installing the counterelectrode 7 in the central part.

[0063]Next, based on drawing 27, it explains per embodiment of further others of



this invention. In this embodiment, in the embodiment of above-mentioned drawing 26, further, the counter electrode part 7 arranged to the central part is crooked in the shape of a rib, as shown in drawing 27. Also in this embodiment, the elastic element 1 contracts because the elastic element 1 develops by impressing electropositive potential to the voltage impressing part 3, and impressing the voltage of electronegative potential to the counter electrode part 7, and impress electronegative potential to the voltage impressing part 3 and it impresses the voltage of electropositive potential to the counter electrode part 7. And it adds to the ability of generative force at the time of elasticity for surface area of the elastic element 1 to be enlarged and to be enlarged with the actuator of the same size as well as the embodiment of drawing 26, also in this embodiment, The oxidation-reduction reaction of polymer (pi conjugate type polymer materials which constitute the elastic element 1, such as poly aniline and polypyrrole) is promoted again by bending the counter electrode part 7 in the shape of a rib, and the elastic speed at the time of elasticity becomes quick.

[0064]Next, based on drawing 28, it explains per embodiment of further others of this invention. In this embodiment, it has composition of the elastic element 1 which arranges and thin-film-ized the counter electrode part 7 to the central part

which was made spiral and has been arranged around a counterelectrode centering on the counter electrode part 7. Although the elastic element 1 contracts because the elastic element 1 develops by impressing electropositive potential to the voltage impressing part 3, and impressing the voltage of electronegative potential to the counter electrode part 7, and impress electronegative potential to the voltage impressing part 3 and it impresses the voltage of electropositive potential to the counter electrode part 7 also in this embodiment, By the thing which centered the thin-film-ized elastic element 1 on the counter electrode part 7 and which it is made spiral and arranged around a counterelectrode, also with the actuator of the same size, surface area of the elastic element 1 can be enlarged and generative force at the time of elasticity can be enlarged.

[0065]Next, based on drawing 29, it explains per embodiment of further others of this invention. In this embodiment, the elastic element 1 and the counter electrode part 7 which were thin-film-ized are made spiral, respectively, and the center of both whorls is common and it has composition arranged so that the whorl of another side may meet the periphery of one whorl. Although the elastic element 1 contracts because the elastic element 1 develops by impressing

electropositive potential to the voltage impressing part 3, and impressing the voltage of electronegative potential to the counter electrode part 7, and impress electronegative potential to the voltage impressing part 3 and it impresses the voltage of electropositive potential to the counter electrode part 7 also in this embodiment, By thin-film-izing the elastic element 1, also with the actuator of the same size, surface area of the elastic element 1 can be enlarged and generative force at the time of elasticity can be enlarged. The center of both whorls is common, and by arranging so that the whorl of another side may meet the periphery of one whorl, the oxidation-reduction reaction of polymer is promoted and the elastic speed at the time of elasticity becomes quick.

[0066]

[Effect of the Invention]The elastic element which comprises pi conjugate type polymer materials, such as poly aniline and polypyrrole, if it is in above-mentioned this invention according to claim 1, The power supply section for impressing voltage to this elastic element and a voltage impressing part, and the electrolyte for making it flow through current outside from an elastic element are comprised, In the mechanism which an elastic element will elongate if electropositive potential is impressed to a voltage impressing part, and an elastic

element will contract if electronegative potential is impressed to a voltage impressing part, Bias mechanisms, such as a spring which generates power, are provided in a stretching direction at the time of extension of an elastic element, The change of positive potential and negative potential is variable, since the power supply section which supplies potential to a voltage impressing part controls the amount of elasticity of an elastic element by the absolute value of a pressure value, and polar change, if positive potential is impressed to a voltage impressing part, the amount of ion doping of an elastic element increases, and an elastic element tends to elongate it, but. The power of the direction which elongates an elastic element according to bias mechanisms, such as a spring, at this time occurs, The actuator force of a stretching direction in case this uses as an actuator can be revealed, When negative potential is impressed to a voltage impressing part and an elastic element contracts, the amount of ion doping of an elastic element decreases, resist the power of a bias mechanism, and an elastic element contracts, and can reveal the actuator force of a contracting direction, and This result. The actuator which can carry out operation of both extension and contraction can be provided with easy composition.

[0067]If it is in the invention according to claim 2, it adds to an effect of the

invention given in above-mentioned claim 1, Since the electrolyte is enclosed with the space which installs a counter electrode part in a voltage impressing part, an elastic element, and its neighborhood, forms covering sections, such as silicon, in an outermost periphery part, and is formed between a counter electrode part and an elastic element, Electrolytic external leakage is prevented and a packed type actuator can be provided with easy composition.

[0068]Since the counter electrode part is installed in the circumference of an elastic element in addition to above-mentioned claim 1 or the effect of the invention according to claim 2 if it is in the invention according to claim 3, Elasticity of an elastic element is also promoted by the electric field to an elastic element becoming uniform, an oxidation-reduction reaction being promoted, and an oxidation-reduction reaction being promoted in this way.

[0069]If it is in the invention according to claim 4, in addition to an effect of the invention given in either above-mentioned claim 1 thru/or claim 3, install a counter electrode part in a voltage impressing part, an elastic element, and its neighborhood, and since the counter electrode part is the network structure, The actuator which the shape change which the counterelectrode followed in footsteps of elasticity of an elastic element, and answered elasticity of the elastic

element as a result tends to obtain can be provided.

[0070]Since in addition to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1 a voltage impressing part is installed in the both ends of an elastic element and performs voltage impressing from a power supply section from the both ends of an elastic element if it is in the invention according to claim 5, electric charge grouting velocity becomes quick and the oxidation-reduction reaction of an elastic element is also promoted.

[0071]In addition to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1, if it is in the invention according to claim 6, since the point of contact of a voltage impressing part and an elastic element is larger than the electrical conductivity of an elastic element, electric charge grouting velocity becomes quick and the oxidation-reduction reaction of an elastic element is also promoted.

[0072]If it is in the invention according to claim 7, it adds to either above-mentioned claim 1 thru/or claim 3 at a written effect of the invention, Since a counter electrode part is installed in a voltage impressing part, an elastic element, and its neighborhood, the bias mechanism is carrying out the shape of a coil spring and this bias mechanism serves as the counter electrode part, a bias mechanism and a counter electrode part are made to serve a double

purpose, and an actuator with few part mark can be provided.

[0073]Since in addition to the effect of the invention given in above-mentioned claim 1 the covering section which covers an outermost periphery comprised an elastic body and serves as the bias mechanism if it is in the invention according to claim 8, a cover body makes a bias mechanism serve a double purpose, and can provide an actuator with few part mark.

[0074]Since the elastic element which installed and thin-film-ized the counter electrode part to the central part is made into rolled form in addition to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1 and it arranges around the counter electrode part if it is in the invention according to claim 9, The surface area of an extension element can be made to be able to raise, a degree of shrinkage can be raised, and an electric field can be uniformly added to the rolled form surrounding counter electrode part by installing a counter electrode part in the central part.

[0075]moreover -- if it is in the invention according to claim 10 -- an effect of the invention given in above-mentioned claim 9 -- in addition, the elastic element which carried out rolled form, since a counter electrode part is arranged so that a periphery may be surrounded further, A uniform electric field can be impressed

to inside-and-outside both sides of the elastic element which carried out rolled form, the oxidation-reduction reaction of an elastic element is promoted, and elasticity of an elastic element can be promoted as a result.

[0076]moreover -- if it is in the invention according to claim 11 -- an effect of the invention given in above-mentioned claim 10 -- in addition, since the elastic element and counter electrode part of two or more layers which carried out rolled form are arranged, the pull strength at the time of contraction can be improved.

[0077]Since the actuator which allocated in the diameter direction the elastic element which carried out rolled form, and the counter electrode part is carrying out the shape of a tube in addition to above-mentioned claim 1 or the effect of the invention according to claim 4 if it is in the invention according to claim 12, The actuator of the shape of a tube expanded and contracted radially can be provided.

[0078]If it is in the invention according to claim 13, it adds to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1, Since negative voltage is impressed to the elastic element of another side when positive voltage is impressed to an elastic element so that one side may contract in while, when one pair of elastic element is provided and one side develops for the elastic element of this couple,



The actuator which can carry out simultaneous realization of the motion in which extension and contraction are different can be provided.

[0079] Since a natural state installs an elastic element in the both sides of the elastic core material used as curved shape in addition to above-mentioned claim 1 or the effect of the invention according to claim 13 if it is in the invention according to claim 14, curve movement which the curved actuator spreads radially or narrows is realizable. When positive potential is impressed to one elastic element and it elongates by impressing voltage between two elastic elements, negative potential will be impressed to the elastic element of another side, will contract, and an actuator carries out curving operation by this, but. In this case, a bias mechanism for while to develop and for the elastic element which another side contracts promote the crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of the elastic element 1 will be constituted, Therefore, the crookedness extension power as an actuator can be revealed, without needing the special bias mechanism of a separate part.

[0080] Since an elastic element is installed in the both outsides of the elastic core material of the shape of direct [ of a center section ] in addition to above-mentioned claim 1 or the effect of the invention according to claim 13 if it

is in the invention according to claim 15, an actuator with crookedness flexibility straight in a longitudinal direction can be provided.

[0081]Since in addition to the effect of the invention given in above-mentioned claim 15 at least two or more voltage impressing parts are provided along the expansion and contraction direction of an elastic element and the change of a voltage impressing place is enabled if it is in the invention according to claim 16, The actuator which can control change of a flexion rate by easy composition can be provided.

[0082]If it is in the invention according to claim 17, it adds to above-mentioned claim 1 or the effect of the invention according to claim 13, Since install an elastic element via an insulating movement transmission part, a voltage impressing part is provided in the insulating movement transmission part of each elastic element, and the end of an opposite hand, reverse potential is impressed to the voltage impressing part of each elastic element and an insulating movement transmission part is made to go up and down, An insulating movement transmission part can provide the actuator which carries out vertical movement with easy composition. The crookedness extension power as an actuator can be revealed without the elastic element which another side

contracts constituting the bias mechanism for while developing and promoting the extension at the time of an elastic element developing, therefore needing the bias mechanism of a separate part.

[0083] Since the rigid core material has allocated the elastic element in the both sides of the rigid core material which was combined by the link part and combined by this link part in addition to above-mentioned claim 1 or the effect of the invention according to claim 13 if it is in the invention according to claim 18, A joint movement is carried out and a straight actuator can be provided. The crookedness extension power as an actuator can be revealed without the elastic element which another side contracts constituting the bias mechanism for while developing and promoting the crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of an elastic element, therefore needing the bias mechanism of a separate part.

[0084] If it is in the invention according to claim 19, it adds to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1, Since two or more elastic elements are provided, the change part which switches impression of the voltage to these two or more elastic elements is provided and voltage switching generates the operation pattern of an elastic element, By changing various voltage impressing

switching patterns to two or more elastic elements, all the elastic elements can be expanded simultaneously, it can be made to be able to contract, or combination of extension and contraction is changed, and an actuator with high flexibility can be provided.

[0085]If it is in the invention according to claim 20, it adds to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1, Since a counter electrode part is provided in the central part, at least three or more elastic elements are installed in the peripheral part of a counter electrode part and impression of the voltage to three or more elastic elements is switched, the actuator which can perform a three-dimensional flexion action can be provided. The crookedness extension power as an actuator can be revealed without the elastic element to contract constituting the bias mechanism for promoting the crookedness extension at the time of carrying out crookedness extension of the elastic element to elongate, therefore needing the bias mechanism of a separate part.

[0086]If it is in the invention according to claim 21, it adds to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1, since the counter electrode part which served as the elastic element to one side of the rigid core material where it was combined by the link part and the rigid core material was combined by this

link part, and served as bias mechanisms, such as a spring, to the side of another side is provided, it is crooked in a link part portion and the actuator with which joint crookedness is performed can be provided -- it comes out. Part mark are reducible by having made the bias mechanism and the counter electrode part as which it served serve a double purpose.

[0087]Since the tension guide for guiding the abbreviated center section of the elastic element to a link part is provided in addition to the effect of the invention given in above-mentioned claim 21 if it is in the invention according to claim 22, In being guided by the tension guide when an elastic element contracts, the actuator which can perform larger crookedness in a small shrinkage amount can be provided.

[0088]If it is in the invention according to claim 23, it adds to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1, Insert two or more elastic elements which have a voltage impressing part in the counter electrode part which carried out tubed, and since between the inner circumference of a counter electrode part and the outside surfaces of two or more elastic elements which have a voltage impressing part is an electrolyte in the inside of a tubed counter electrode part, Each elastic element can perform an expanding action and can consider it as the

actuator of large direct-acting of generative force as a whole.

[0089]Since the elastic element which arranges and thin-film-ized the counter electrode part to the central part is bent in the shape of a rib in addition to the effect of the invention of an invention given in above-mentioned claim 1 and it arranges to the peripheral part of a counter electrode part if it is in the invention according to claim 24, An electric field can be uniformly added to the surrounding elastic element by the surface area of an elastic element increasing by a rib, and, being able to enlarge generative force at the time of elasticity also with the actuator of the same size as a result, and installing a counter electrode part in the central part.

[0090]If it is in the invention according to claim 25, since it is crooked in the shape of a rib, the counter electrode part which has been arranged to the central part in addition to an effect of the invention given in above-mentioned claim 24, The surface area of an elastic element increases by a rib, and, as a result, generative force at the time of elasticity can be enlarged also with the actuator of the same size, The oxidation-reduction reaction of polymer is promoted by bending a counter electrode part in the shape of a rib, the elastic speed at the time of elasticity becomes quick, and, as a result, the generative force at the time

of elasticity can provide a large actuator with a quick elastic speed at the time of elasticity.

[0091]Since the elastic element which arranges and thin-film-ized the counter electrode part to the central part is made into the shape of a spiral centering on a counter electrode part in addition to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1 and it arranges around the counterelectrode if it is in the invention according to claim 26, Also with the actuator of the same size, surface area of an elastic element can be enlarged and generative force at the time of elasticity can be enlarged.

[0092]If it is in the invention according to claim 27, in addition to an effect of the invention given in above-mentioned claim 1, the elastic element and counter electrode part which were thin-film-ized are made spiral, respectively, Since it has arranged so that the center of both whorls may be common and the whorl of another side may meet the periphery of one whorl, By arranging so that can enlarge surface area of an elastic element also with the actuator of the same size, and generative force at the time of elasticity can be enlarged, the center of both whorls may be common and the whorl of another side may meet the periphery of one whorl. The oxidation-reduction reaction of polymer is promoted,

the elastic speed at the time of elasticity becomes quick, and the generative force at the time of elasticity can provide [ as a result ] a large actuator with a quick elastic speed at the time of elasticity.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.



---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1](a) is a principle figure of this invention, (b) is an explanatory view showing extension of an elastic element, and (c) is an explanatory view showing contraction of an elastic element.

[Drawing 2](a) Or (c) is an operation explanatory view of a bias mechanism same as the above.

[Drawing 3](a) is a graph which shows voltage same as the above and the relation of the amount of elasticity, and (b) is an explanatory view explaining reversal of the expansion and contraction direction by polarity.

[Drawing 4]One embodiment of this invention is shown, (a) is an outline transverse-plane sectional view, and (b) is an outline flat-surface sectional view.

[Drawing 5]Other embodiments of this invention are shown, (a) is an outline transverse-plane sectional view, and (b) is an outline flat-surface sectional view.

[Drawing 6]The embodiment of further others of this invention is shown, and (a) is an outline transverse-plane sectional view, (b) is an outline flat-surface sectional view, (c) is a perspective view showing the counterelectrode of the

network structure, (d) is a perspective view showing the contracted state of the counterelectrode of the network structure, and (e) is a perspective view showing the stretched state of the counterelectrode of the network structure.

[Drawing 7] It is an outline transverse-plane sectional view of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 8] It is an outline transverse-plane sectional view of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 9] It is an outline transverse-plane sectional view of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 10] (a) is an outline transverse-plane sectional view at the time of extension of the embodiment of further others of this invention, and (b) is an outline transverse-plane sectional view at the time of contraction.

[Drawing 11] The embodiment of further others of this invention is shown, (a) is an outline transverse-plane sectional view, and (b) is an outline flat-surface sectional view.

[Drawing 12] The embodiment of further others of this invention is shown, (a) is an outline transverse-plane sectional view, and (b) is an outline flat-surface sectional view.

[Drawing 13] The embodiment of further others of this invention is shown, (a) is an outline transverse-plane sectional view, and (b) is an outline flat-surface sectional view.

[Drawing 14] It is an outline flat-surface sectional view showing the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 15] It is a principle figure of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 16] It is an outline sectional view of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 17] It is an outline transverse-plane sectional view of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 18] It is an outline transverse-plane sectional view of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 19] It is an outline transverse-plane sectional view of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 20] (a) is a transverse-plane sectional view showing the embodiment of further others of this invention, and (b) is a transverse-plane sectional view showing a curve condition.

[Drawing 21] It is a principle figure of the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 22] (a) is a flat-surface sectional view showing the embodiment of further others of this invention, and (b) is a perspective view showing crookedness.

[Drawing 23] (a) is a transverse-plane sectional view showing the embodiment of further others of this invention, and (b) is a transverse-plane sectional view showing a curve condition.

[Drawing 24] It is a transverse-plane sectional view showing the curve condition which shows the embodiment of further others of this invention.

[Drawing 25] The embodiment of further others of this invention is shown, (a) is an outline flat-surface sectional view, and (b) is a \*\*\*\*\* abbreviated sectional view.

[Drawing 26] The embodiment of further others of this invention is shown, (a) is an outline flat-surface sectional view, and (b) is an outline transverse-plane sectional view.

[Drawing 27] The embodiment of further others of this invention is shown, (a) is an outline flat-surface sectional view, and (b) is an outline transverse-plane

sectional view.

[Drawing 28]The embodiment of further others of this invention is shown, (a) is an outline flat-surface sectional view, and (b) is an outline transverse-plane sectional view.

[Drawing 29]The embodiment of further others of this invention is shown, (a) is an outline flat-surface sectional view, and (b) is an outline transverse-plane sectional view.

[Description		of	Notations]	
1	Elastic		element	
2	Power	supply	section	
3	Voltage	impressing	part	
4			Electrolyte	
5	Bias		mechanism	
6	Covering		section	
7	Counter	electrode	part	
8	Elastic	core	material	
9	Insulating	movement	transmission	part
10	A	rigid	core	material

11	Link	part
12	Change	part
13	Tension	guide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-83389

(P2000-83389A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 2 N 2/00		H 0 2 N 2/00	C 5 H 6 8 0
F 0 3 G 7/06		F 0 3 G 7/06	Z

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願平10-306115	(71) 出願人	000005832 松下電工株式会社 大阪府門真市大字門真1048番地
(22) 出願日	平成10年10月27日 (1998.10.27)	(72) 発明者	堂 埜 茂 大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平10-179063	(72) 発明者	筒 井 慎 治 大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
(32) 優先日	平成10年6月25日 (1998.6.25)	(74) 代理人	100087767 弁理士 西川 恵清 (外1名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成で伸張時にも確実にアクチュエータとしての力を発現できるアクチュエータを提供する。

【解決手段】 ポリアニリン、ポリピロール等の $\pi$ 共役型高分子材料で構成される伸縮素子1と、該伸縮素子1に電圧を印加するための電源部2及び電圧印加部3と、電流を伸縮素子1から外部に導通させるための電解質4とから成り、電圧印加部3に正の電位を印加すると伸縮素子1が伸張し且つ電圧印加部3に負の電位を印加すると伸縮素子1が収縮する機構を具備している。伸縮素子1に伸張時に伸張方向に力を発生するばね等のバイアス機構5を設ける。電圧印加部3へ電位を供給する電源部2は正電位、負電位の切換えが可変であって電圧値の絶対値及び極性の切換えによって伸縮素子1の伸縮量を制御する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ポリアニリン、ポリピロール等の  $\pi$  共役型高分子材料で構成される伸縮素子と、該伸縮素子に電圧を印加するための電源部及び電圧印加部と、電流を伸縮素子から外部に導通させるための電解質とから成り、電圧印加部に正の電位を印加すると伸縮素子が伸張し且つ電圧印加部に負の電位を印加すると伸縮素子が収縮する機構において、伸縮素子の伸張時に伸張方向に力を発生するばね等のバイアス機構を設け、電圧印加部へ電位を供給する電源部は正電位、負電位の切換えが可変であって電圧値の絶対値及び極性の切換えによって伸縮素子の伸縮量を制御することを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 2】 電圧印加部と伸縮素子及びその近傍に対向電極部を設置し、最外周部にシリコン等の被覆部を形成し、対向電極部と伸縮素子との間に形成される空間に電解質を封入して成ることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 3】 対向電極部を伸縮素子の周囲に設置してなることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のアクチュエータ。

【請求項 4】 電圧印加部と伸縮素子及びその近傍に対向電極部を設置し、対向電極部が網目構造であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項 5】 電圧印加部が伸縮素子の両端部に設置され、電源部からの電圧印加を伸縮素子の両端部から行うことを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 6】 電圧印加部と伸縮素子の接点が伸縮素子の電気伝導度よりも大きいことを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 7】 電圧印加部と伸縮素子及びその近傍に対向電極部を設置するものであって、バイアス機構がコイルばね状をしていて該バイアス機構が対向電極部を兼ねていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のアクチュエータ。

【請求項 8】 最外周を被覆する被覆部が弾性体で構成されてバイアス機構を兼ねていることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 9】 中心部に対向電極部を設置し、薄膜化した伸縮素子をロール状にして対向電極部の周囲に配置して成ることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 10】 ロール状をした伸縮素子の更に外周を囲むように対向電極部を配置することを特徴とする請求項 9 記載のアクチュエータ。

【請求項 11】 ロール状をした伸縮素子と対向電極部を複数層配置することを特徴とする請求項 10 記載のアクチュエータ。

【請求項 12】 ロール状をした伸縮素子と対向電極部とを径方向に配設したアクチュエータが円管状をしてい

ることを特徴とする請求項 1 又は請求項 4 記載のアクチュエータ。

【請求項 13】 伸縮素子を一对設け、この一对の伸縮素子に一方が伸張する際には一方が収縮するように一方の伸縮素子に正の電圧を印加した際には他方の伸縮素子には負の電圧を印加することを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 14】 自然状態が湾曲形状となった弾性芯材の両側に伸縮素子を設置することを特徴とする請求項 1 又は請求項 13 記載のアクチュエータ。

【請求項 15】 中央部の直状の弾性芯材の両外側に伸縮素子を設置することを特徴とする請求項 1 又は請求項 13 記載のアクチュエータ。

【請求項 16】 伸縮素子の伸縮方向に沿って少なくとも 2 箇所以上の電圧印加部を設け、電圧印加場所を切換え自在として成ることを特徴とする請求項 15 記載のアクチュエータ。

【請求項 17】 伸縮素子を絶縁運動伝達部を介して設置し、各伸縮素子の絶縁運動伝達部と反対側の端部に電圧印加部を設け、それぞれの伸縮素子の電圧印加部に逆の電位を印加して絶縁運動伝達部を上下させることを特徴とする請求項 1 又は請求項 13 記載のアクチュエータ。

【請求項 18】 剛性芯材がリンク部により結合され、このリンク部により結合された剛性芯材の両側に伸縮素子を配設して成ることを特徴とする請求項 1 又は請求項 13 記載のアクチュエータ。

【請求項 19】 2 つ以上の伸縮素子を設け、この 2 つ以上の伸縮素子への電圧の印加を切換える切換え部を設け、電圧切換えにより伸縮素子の動作パターンを生成することを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 20】 中心部に対向電極部を設け、対向電極部の外周部に少なくとも 3 個以上の伸縮素子を設置し、3 個以上の伸縮素子への電圧の印加を切換えることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 21】 剛性芯材がリンク部により結合され、このリンク部により結合された剛性芯材の一方の側方に伸縮素子を、他方の側方にはばね等のバイアス機構を兼ねた対向電極部を設けて成ることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 22】 リンク部に伸縮素子の略中央部をガイドするための張力ガイドを設けて成ることを特徴とする請求項 21 記載のアクチュエータ。

【請求項 23】 筒状をした対向電極部に、電圧印加部を有する伸縮素子を複数挿入し、筒状の対向電極部の内部において対向電極部の内周と電圧印加部を有する複数の伸縮素子の外面との間が電解質であることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 24】 中心部に対向電極部を配置し、薄膜化した伸縮素子をひだ状に折り曲げて対向電極部の外周部



に配置して成ることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 25】 中心部に配置した対向電極部をひだ状に屈曲して成ることを特徴とする請求項 24 記載のアクチュエータ。

【請求項 26】 中心部に対向電極部を配置し、薄膜化した伸縮素子に対向電極部を中心とした螺旋状にして対向電極部の周囲に配置して成ることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 27】 薄膜化した伸縮素子及び対向電極部をそれぞれ螺旋状にして、両渦巻きの中心が共通で且つ一方の渦巻きの外周に他方の渦巻きが沿うように配置して成ることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電解質の環境内で電圧を印加すると伸縮する伸縮素子で構成されたアクチュエータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来からポリアニリン、ポリピロール等の  $\pi$  共役型高分子材料で構成される伸縮素子と、該伸縮素子に電圧を印加するための電源部及び電圧印加部と、電流を伸縮素子部から外部に導通させるための電解質とから成り、電圧印加部に正又は負の電位を印加することで酸化還元反応により伸縮素子のイオンドーピング量を増減させて伸縮素子を伸縮させるということが知られている。つまり、電圧印加部に正の電位を印加すると伸縮素子のイオンドーピング量が増大することで伸縮素子が伸張し、一方電圧印加部に負の電位を印加すると伸縮素子のイオンドーピング量が減少することで収縮するのである。

【0003】上記のような伸縮素子の伸縮をアクチュエータとして利用しようとする場合、伸縮素子が収縮した際にはアクチュエータとしての力を発現できるが、伸縮素子が延びる際にはアクチュエータとしての力を十分発現できず、伸縮両方に力を発現するアクチュエータとして利用できないという問題があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、簡単な構成で伸張時にも確実にアクチュエータとしての力を発現できるアクチュエータを提供することを課題とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明に係るアクチュエータは、ポリアニリン、ポリピロール等の  $\pi$  共役型高分子材料で構成される伸縮素子 1 と、該伸縮素子 1 に電圧を印加するための電源部 2 及び電圧印加部 3 と、電流を伸縮素子 1 から外部に導通させるための電解質 4 とから成り、電圧印加部 3 に正の電位を印加すると伸縮素子 1 が伸張し且つ電圧印加部 3 に

負の電位を印加すると伸縮素子 1 が収縮する機構において、伸縮素子 1 に伸張時に伸張方向に力を発生するばね等のバイアス機構 5 を設け、電圧印加部 3 へ電位を供給する電源部 2 は正電位、負電位の切換えが可変であって電圧値の絶対値及び極性の切換えによって伸縮素子 1 の伸縮量を制御することを特徴とするものである。このような構成とすることで、電圧印加部 3 に正電位を印加すると伸縮素子 1 のイオンドーピング量が増大して伸縮素子 1 が伸張しようとするが、このときばね等のバイアス機構 5 により伸縮素子 1 を伸張する方向の力が発生し、これによりアクチュエータとして利用する場合における伸張方向のアクチュエータ力を発現できるものである。また、電圧印加部 3 に負電位を印加して伸縮素子 1 が収縮する際には伸縮素子 1 のイオンドーピング量が減少しバイアス機構 5 の力に抗して伸縮素子 1 が収縮し、収縮方向のアクチュエータ力を発現できるものである。

【0006】また、電圧印加部 3 と伸縮素子 1 及びその近傍に対向電極部 7 を設置し、最外周部にシリコン等の被覆部 6 を形成し、対向電極部 7 と伸縮素子 1 との間に形成される空間に電解質 4 を封入することが好ましい。このような構成とすることで、電解質 4 の外部漏洩を防止し、パッケージ型のアクチュエータを構成することができるものである。

【0007】また、対向電極部 7 を伸縮素子 1 の周囲に設置することが好ましい。このような構成とすることで、伸縮素子 1 への電界が均一になり酸化還元反応が促進され、このように酸化還元反応が促進されることで、伸縮素子 1 の伸縮も促進されることになる。

【0008】また、電圧印加部 3 と伸縮素子 1 及びその近傍に対向電極部 7 を設置し、対向電極部 7 が網目構造であることが好ましい。このような構成とすることで、対向電極部 7 が簡単な構成で伸縮素子 1 の伸縮に追随して形状変形することができるものである。

【0009】また、電圧印加部 3 が伸縮素子 1 の両端部に設置され、電源部 2 からの電圧印加を伸縮素子 1 の両端部から行うことが好ましい。このような構成とすることで、電荷注入速度が速くなり、伸縮素子 1 の酸化還元反応も促進されることになる。

【0010】また、電圧印加部 3 と伸縮素子 1 の接点が伸縮素子 1 の電気伝導度よりも大きいことが好ましい。このような構成とすることで、電荷注入速度が速くなり、伸縮素子 1 の酸化還元反応も促進されることになる。

【0011】また、電圧印加部 3 と伸縮素子 1 及びその近傍に対向電極部 7 を設置するものであって、バイアス機構 5 がコイルばね状をしていて該バイアス機構 5 が対向電極部 7 を兼ねていることが好ましい。このような構成とすることで、バイアス機構 5 と対向電極部 7 とを兼用できて部品点数の削減ができるものである。

【0012】また、最外周を被覆する被覆部 6 が弾性体

10

20

30

40

50

で構成されてバイアス機構 5 を兼ねていることが好ましい。このような構成とすることで、被覆体 6 にバイアス機構 5 を兼用させることができて部品点数の削減ができるものである。

【0013】また、中心部に対向電極部 7 を設置し、薄膜化した伸縮素子 1 をロール状にして対向電極部 7 の周囲に配置することが好ましい。このように伸張素子 1 をロール状とすることで伸張素子 1 の表面積をアップさせて伸縮率を向上させることができるものであり、また、中心部に対向電極部 7 を設置することで周囲のロール状の対向電極部 7 に均一に電界を印加できることになる。

【0014】また、ロール状をした伸縮素子 1 の更に外周を囲むように対向電極部 7 を配置することが好ましい。このような構成とすることで、ロール状をした伸縮素子 1 の内外両面に均一に電界付加ができることになる。

【0015】また、ロール状をした伸縮素子 1 と対向電極部 7 を複数層配置することが好ましい。このような構成とすることで、収縮時における引張り強度が向上できることになる。

【0016】また、ロール状をした伸縮素子 1 と対向電極部 7 とを径方向に配設したアクチュエータが円管状をしていることが好ましい。このような構成とすることで、半径方向に膨張、収縮する機能を備えた円管が提供できることになる。

【0017】また、伸縮素子 1 を一対設け、この一対の伸縮素子 1 に一方が伸張する際には一方が収縮するように一方の伸縮素子 1 に正の電圧を印加した際には他方の伸縮素子 1 には負の電圧を印加することが好ましい。このような構成とすることで、一つのアクチュエータで伸張と収縮という相異なる動きを同時に実現できることになる。

【0018】また、自然状態が湾曲した形状の弾性芯材 8 の両側に伸縮素子 1 を設置することが好ましい。このような構成とすることで、半径方向に広がったり狭まったりする湾曲運動をするアクチュエータを提供することができることになる。また 2 つの伸縮素子 1 間に電圧を印加することで、一方の伸縮素子 1 に正電位を印加して伸張した場合に、他方の伸縮素子 1 に負電位が印加されて収縮することになり、これによりアクチュエータは湾曲動作をするのであるが、この場合、他方の収縮する伸縮素子 1 が、伸張する一方の伸縮素子 1 の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品の特別なバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できることになる。

【0019】また、中央部の直状の弾性芯材 8 の両外側に伸縮素子 1 を設置することが好ましい。このような構成とすることで、2 つの伸縮素子 1 間に電圧を印加することで、一方の伸縮素子 1 に正電位を印加して伸張した

場合に、他方の伸縮素子 1 に負電位が印加されて収縮することになり、これによりアクチュエータは屈曲するものである。この場合、他方の収縮する伸縮素子 1 が、伸張する一方の伸縮素子 1 の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できることになる。

【0020】また、伸縮素子 1 の伸縮方向に沿って少なくとも 2 箇所以上の電圧印加部 3 を設け、電圧印加場所を切換え自在とすることが好ましい。このような構成とすることで、電圧印加場所を切換えることで、簡単に屈曲時の曲率を制御することができるものである。

【0021】また、伸縮素子 1 を絶縁運動伝達部 9 を介して設置し、各伸縮素子 1 の絶縁運動伝達部 9 と反対側の端部に電圧印加部 3 を設け、それぞれの伸縮素子 1 の電圧印加部 3 に逆の電位を印加して絶縁運動伝達部 9 を上下させることが好ましい。このような構成とすることで、一方の伸縮素子 1 に正の電位を印加し、他方の伸縮素子 1 に負の電位を印加することで、一方の伸縮素子 1 が伸張し、他方の伸縮素子 1 が収縮し、これにより絶縁運動伝達部 9 が上下運動を行うものである。この場合、他方の収縮する伸縮素子 1 が、伸張する一方の伸縮素子 1 の伸張する際における伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての直線伸張力を発現できることになる。

【0022】また、剛性芯材 10 がリンク部 11 により結合され、このリンク部 11 により結合された剛性芯材 10 の両側に伸縮素子 1 を配設することが好ましい。このような構成とすることで、一方の伸縮素子 1 に正電位を印加して伸張した場合に、他方の伸縮素子 1 に負電位が印加されて収縮することになり、これによりアクチュエータはリンク部 11 部分で屈曲して、関節的な屈曲が行われる。この場合、他方の収縮する伸縮素子 1 が、伸張する一方の伸縮素子 1 の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できることになる。

【0023】また、2 つ以上の伸縮素子 1 を設け、この 2 つ以上の伸縮素子 1 への電圧の印加を切換える切換部 12 を設け、電圧切換えにより伸縮素子 1 の動作パターンを生成することが好ましい。このような構成とすることで、2 つ以上の伸縮素子 1 への電圧印加切換パターンを種々変えることで、すべての伸縮素子 1 を同時に伸張させたり、収縮させたり、あるいは、伸張、収縮の組み合わせを変えたりして自由度の高いアクチュエータを提供できることになる。

【0024】また、中心部に対向電極部 7 を設け、対向

電極部 7 の外周部に少なくとも 3 個以上の伸縮素子 1 を設置し、3 個以上の伸縮素子 1 への電圧の印加を切換えることが好ましい。このような構成とすることで、3 次元屈曲動作ができるアクチュエータを提供することができるものである。この場合、収縮する伸縮素子 1 が、伸張する伸縮素子 1 の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できることになる。

【0025】また、剛性芯材 10 がリンク部 11 により結合され、このリンク部 11 により結合された剛性芯材 10 の一方の側方に伸縮素子 1 を、他方の側方にばね等のバイアス機構 5 を兼ねた対向電極部 7 を設けることが好ましい。このような構成とすることで、アクチュエータはリンク部 11 部分で屈曲して、関節的な屈曲が行われる。また、バイアス機構 5 と兼ねた対向電極部 7 が兼用してあることで、部品点数を削減できるものである。

【0026】また、リンク部 11 に伸縮素子 1 の略中央部をガイドするための張力ガイド 13 を設けることが好ましい。このような構成とすることで、伸縮素子 1 が収縮する際に張力ガイド 13 によりガイドされることで、少ない収縮量でより大きい屈曲ができることになる。

【0027】また、筒状をした対向電極部 7 に、電圧印加部 3 を有する伸縮素子 1 を複数挿入し、筒状の対向電極部 7 の内部において対向電極部 7 の内周と電圧印加部 3 を有する複数の伸縮素子 1 の外面との間が電解質 4 であることが好ましい。このような構成とすることで、各伸縮素子 1 が伸縮動作を行い、全体として発生力の大きい直動のアクチュエータとすることができるものである。

【0028】また、中心部に対向電極部 7 を配置し、薄膜化した伸縮素子 1 をひだ状に折り曲げて対向電極部 7 の外周部に配置することが好ましい。このような構成とすることで、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子 1 の表面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくすることができるものである。また、中心部に対向電極部 7 を設置することで、周囲の伸縮素子 1 に均一に電界を付加できることになる。

【0029】また、中心部に配置した対向電極部 7 をひだ状に屈曲することが好ましい。このような構成とすることで、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子 1 の表面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくことができ、また、対向電極部 7 もひだ状に折り曲げることでポリマーの酸化還元反応を促進し、伸縮時の伸縮速度が速くなるものである。

【0030】また、中心部に対向電極部 7 を配置し、薄膜化した伸縮素子 1 を対向電極部 7 を中心とした螺旋状にして対向電極の周囲に配置することが好ましい。このような構成とすることで、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子 1 の表面積を大きくできて伸縮時の発生力

を大きくすることができるものである。

【0031】また、薄膜化した伸縮素子 1 及び対向電極部 7 をそれぞれ螺旋状にして、両渦巻きの中心が共通で且つ一方の渦巻きの外周に他方の渦巻きが沿うように配置することが好ましい。このような構成とすることで、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子 1 の表面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくすることができ、また、両渦巻きの中心が共通で且つ一方の渦巻きの外周に他方の渦巻きが沿うように配置することで、ポリマーの酸化還元反応を促進し、伸縮時の伸縮速度が速くなるものである。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明を添付図面に示す実施形態に基づいて説明する。

【0033】図 1 には本発明のアクチュエータの原理図が示してある。本発明のアクチュエータはポリアニリン、ポリピロール等の  $\pi$  共役型高分子材料で構成された伸縮素子 1 と、該伸縮素子 1 に電圧を印加するための電源部 2 及び電圧印加部 3 と、電流を伸縮素子 1 から外部に導通させるための電解質 4 と、伸縮素子 1 の伸張時に伸張方向に力を発生するばね等のバイアス機構 5 を設けて構成したものである。ここで、本発明に使用する電解質 4 としては陰イオンとしてある程度の分子量を有するもの、例えば、 $\text{SO}_4^{2-}$  を生じる  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  や、 $\text{Cl}^-$  を生じる  $\text{HCl}$  や、 $\text{F}^-$  を生じる  $\text{HPF}_6$ 、 $\text{HBF}_4$  などが使用できるものである。

【0034】そして、電圧印加部 3 に正の電位の電圧を印加すると酸化還元反応により伸縮素子のイオンドーピング量が増大して伸縮素子 1 が伸張し、また、逆に電圧印加部 3 に負の電位の電圧を印加すると伸縮素子のイオンドーピング量が減少して伸縮素子 1 が収縮するようになっている。

【0035】しかして、本発明のアクチュエータは、伸縮素子 1 の伸張時に伸張方向に力を発生するばね等のバイアス機構 5 を設けてあるので、図 1 (b) のように、電圧印加部 3 に正の電位の電圧を印加して伸縮素子 1 が伸張する際、ばね等のバイアス機構 5 により伸張方向の力が作用して伸張時におけるアクチュエータ力を発現できることになる。ここで、実施形態としてバイアス機構 5 がばねの場合、伸縮素子 1 の伸張時にばねが自然長に戻ろうとする力が伸張方向に発生するのである。一方、図 1 (c) のように、電圧印加部 3 に負の電位の電圧を印加して伸縮素子 1 が収縮する際、ばね等のバイアス機構 5 による伸張方向の力に抗する引張り力により伸縮素子 1 が収縮し、収縮時におけるアクチュエータ力を発現するものである。

【0036】図 2 にはバイアス機構の機能の説明が示してある。すなわち、図 2 (a) は電圧印加部 3 に電圧を印加していない無負荷状態を示し、ばね等のバイアス機構 5 は伸縮素子 1 を伸張させる方向に力を作用してい

る。図 2 (b) は電圧印加部 3 に正の電位の電圧を印加して伸縮素子 1 が伸張した状態を示し、ばね等のバイアス機構 5 は伸縮素子 1 を伸張させる方向に力を作用している。図 2 (c) は電圧印加部 3 に負の電位の電圧を印加して伸縮素子 1 が収縮した状態を示し、ばね等のバイアス機構 5 に抗して伸縮素子 1 が収縮方向に引張り力を発現している。これにより、伸縮素子 1 の伸張時にバイアス機構 5 の伸張方向への力が加わって伸張方向におけるアクチュエータ力を発現すると共に収縮時には引張り力を発現して伸張時及び収縮時共アクチュエータ力を発現できるものである。

【0037】図 3 (a) は電圧と伸縮量との関係を示すグラフであり、このグラフから明らかなように、伸縮素子 1 に印加する電圧の絶対値により伸縮量の絶対値を変化させることができる。また、図 3 (b) は極性による伸縮方向の反転を説明するための説明図であり、伸張、収縮の切換は伸縮素子 1 に印加する電圧の極性を変えることで実現するものであり、電圧印加部 3 に正の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が伸張し、電圧印加部 3 に負の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が収縮するものであり、電圧の極性を変えるという簡単な制御で伸張、収縮の制御ができるアクチュエータが提供できるものである。

【0038】図 4 には本発明のアクチュエータの一実施形態が示してある。変形性を有するシリコン等により形成した筒状の被覆部 6 内に一端部に電圧印加部 3 を設けた伸縮素子 1 を配設し、筒状の被覆部 6 の上下開口部を閉塞部 15 により閉塞し、更に、伸縮素子 1 の外側に伸縮素子 1 の伸張時に伸張させる方向に力を与えるバイアス機構 5 を構成するばねを配設し、また被覆部 6 内に上下にわたって対向電極部 7 を配設し、対向電極部 7 と伸縮素子 1 との間に形成される空間（つまり被覆部 2 内）に電解質 4 を封入してある。そして、電源部 2 に電圧印加部 3 と対向電極部 7 とが接続してある。

【0039】しかし、電圧印加部 3 に正電位の電圧を印加し、対向電極部 7 に負の電位を印加すると、伸縮素子 1 が伸張する（このときバイアス機構 5 により伸張方向の力が作用して伸張方向におけるアクチュエータ力を発現する）。また、電圧印加部 3 に負電位の電圧を印加し、対向電極部 7 に正の電位を印加すると、伸縮素子 1 が収縮してバイアス機構 5 による伸張方向の力に抗する引張り力が生じて、収縮方向におけるアクチュエータ力を発現するものである。本実施形態においては、簡単な構成で電解質 4 が外部に漏洩しないようにでき、また、パッケージ型のアクチュエータを構成することができるものである。

【0040】図 5 には本発明のアクチュエータの他の実施形態が示してある。本実施形態の基本的構成は前述の図 4 に示す実施形態と同様であるが、対向電極部 7 を伸縮素子 1 の周囲に配置した点が図 4 に示すものと異な

る。すなわち、本実施形態においては、筒状をした被覆部 6 が円筒形状をしており、この円筒形状をした被覆部 6 の内周面に沿って円筒状をした対向電極部 7 が配設してある。本実施形態におけるアクチュエータとしての動作は前述の図 4 に示す実施形態と同様なので説明を省略するが、本実施形態においては、対向電極部 7 が伸縮素子 1 の周囲に設置してあるので、伸縮素子 1 への電界が均一になり酸化還元反応が促進され、このように酸化還元反応が促進されることで、伸縮素子 1 の伸縮も促進されることになる。

【0041】図 6 には本発明のアクチュエータの更に他の実施形態が示してある。本実施形態においては、対向電極部 7 が図 6 (c) に示すように伸縮自在な網目構造となっている点が異なるのみで、他の構成は図 4 や図 5 に示す実施形態と同じ構成となっており、アクチュエータとしての動作も同じなので重複する説明は省略する。しかし、本実施形態においては、対向電極部 7 を網目構造とすることで、アクチュエータが伸縮していない場合には図 6 (c) の状態であるが、アクチュエータが収縮した場合には図 6 (d) のように網目構造の対向電極部 7 が追随して収縮し、アクチュエータが伸張した場合には図 6 (e) のように網目構造の対向電極部 7 が追随して伸張するものである。このように、電圧印加部 3 と伸縮素子 1 及びその近傍に対向電極部 7 を設置し、対向電極部 7 が網目構造とすることで、簡単な構成の対向電極部 7 で伸縮素子 1 の伸縮に追随して形状変形することができるものである。なお、図 6 では網目構造の対向電極部 7 が円筒状をしている例を示しているが、網目構造の対向電極部 7 が片状をしたものであってもよい。

【0042】図 7 には本発明のアクチュエータの更に他の実施形態が示してある。本実施形態においては電圧印加部 3 を伸縮素子 1 の両端部に設置し、電源部 2 からの電圧印加を伸縮素子 1 の両端部から行うことに特徴があり、他の構成は図 4 乃至図 6 に示すいずれの実施形態と同じ構成となっているので、重複する構成の説明は省略する。また、アクチュエータとしての動作も同じ動作を行うので重複する説明は省略する。しかし、本実施形態においては、電圧印加部 3 を伸縮素子 1 の両端部に設置し、電源部 2 からの電圧印加を伸縮素子 1 の両端部から行うので、電荷注入速度が速くなり、伸縮素子 1 の酸化還元反応も促進され、伸縮素子 1 の伸縮の速度が速くなるものである。

【0043】ところで、前述の図 4 乃至図 7 に示すいずれの実施形態においても、電圧印加部 3 と伸縮素子 1 の接点 16 を伸縮素子 1 の電気伝導度よりも大きい銅、銀等の金属により構成するとよい（図 8 参照）。このような構成とすることで、電荷注入速度が速くなり、伸縮素子 1 の酸化還元反応も促進され、伸縮素子 1 の伸縮の速度が速くなるものである。構成、動作については前述の各実施形態と同様なので、重複する説明は省略する。

10

20

30

40

50

【0044】図9には本発明の更に他の実施形態が示してある。本実施形態において、対向電極部7、バイアス機構5を除く他の構成は図4乃至図8のいずれかに示す実施形態と同じである。したがって、図4乃至図8のいずれかに示す実施形態と共通する構成の説明及びアクチュエータとしての動作の説明は重複するので省略し、異なる構成についてのみ説明する。すなわち、本実施形態においては、金属製のコイルばねによりバイアス機構5を構成することで、バイアス機構5に対向電極部7を兼用させた点に本実施形態の特徴がある。これにより、バイアス機構5と対向電極部7とを兼用できて部品点数の削減ができるものである。

【0045】図10には本発明の更に他の実施形態が示してある。本実施形態において、最外周を被覆する被覆部6、バイアス機構5を除く他の構成は図4乃至図8のいずれかに示す実施形態と同じである。したがって、図4乃至図8のいずれかに示す実施形態と共通する構成の説明及びアクチュエータとしての動作の説明は重複するので省略し、異なる構成についてのみ説明する。すなわち、本実施形態においては、最外周を被覆する被覆部6がゴムのような弾性体で構成されてバイアス機構5を兼ねた点に特徴がある。これにより、被覆部6とバイアス機構5とを兼用できて部品点数の削減ができるものである。ここで、バイアス機構5を構成するゴム等の弾性体に伸張方向に延びようとする初期抵抗を与えて設置することで、被覆部6に伸縮素子の伸張時に伸張方向に力を発生させるバイアス機構5としての機能を付与できるものである。

【0046】次に、本発明の更に他の実施形態を図11に基づいて説明する。図5乃至図8に示す実施形態においては中心部に伸縮素子1を配置し、対向電極7を伸縮素子1の周囲に配置した例であるが、図11に示す実施形態においては中心部に対向電極部7を設置し、薄膜化した伸縮素子1をロール状にして対向電極部7の周囲に配置した点が図5乃至図8に示す実施形態と構成が異なり、他の構成は図5乃至図8のいずれかに示す実施形態と同様であり、またアクチュエータとしての動作も共通しているので、共通する構成及び動作の説明は省略する。しかし、薄膜化した伸縮素子1をロール状にして対向電極部7の周囲に配置することで、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子1の断面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくすることができるものである。また、中心部に対向電極部7を設置することで、周囲の伸縮素子1に均一に電界を印加できることになる。

【0047】次に、本発明の更に他の実施形態を図12に基づいて説明する。本実施形態においては、上記図11に示す実施形態において、ロール状に設置された伸縮素子1の外周を囲むように更に対向電極部7を追加設置したものであり、他の構成、動作は図11に示す実施形態と同様であるので省略する。本実施形態においては、

伸縮素子1への電圧印加が表裏均一となり、伸縮素子1の酸化還元反応が促進され、結果的に伸縮素子1の伸縮が促進されることになる。

【0048】次に、本発明の更に他の実施形態を図13に基づいて説明する。本実施形態においては、上記した図12に示す実施形態において、ロール状に設置された伸縮素子1と対向電極部7とを複数層配置したものであり、他の構成、動作は図12に示す実施形態と同様であるので省略する。本実施形態においては、すべての層の伸縮素子1が伸縮促進され且つ伸縮素子1の断面積が増大するので、伸縮方向の発生力がアップすることになる。

【0049】次に、本発明の更に他の実施形態を図14に基づいて説明する。本実施形態においては、ロール状をした伸縮素子1と対向電極部7とを径方向に配設したアクチュエータが円管状をしている。つまり、図14においては円管状のアクチュエータの内周面部と外周面部とがロール状をした弾性を有する被覆部6により構成しており、両内外周部の被覆部6間に電圧印加部3を設けたロール状をした伸縮素子1とロール状をした対向電極部7とを配設し、両内外周部の被覆部6間の上下端部間を閉塞し、また、内外周部の被覆部6間に電解質4を封入してある。そして、本実施形態においては、電圧印加部3に正電位の電圧を印加し、対向電極部7に負の電位を印加すると、ロール状の伸縮素子1が半径方向に伸張し、逆に、電圧印加部3に負電位の電圧を印加し、対向電極部7に正の電位を印加すると、ロール状の伸縮素子1が半径方向に収縮するものである。ここで、本実施形態においては図示を省略しているが、伸縮素子1の半径方向への伸張時に伸張方向に力を発生するばね等のバイアス機構が設けてあり、伸張時に半径方向にアクチュエータ力を発現できるものである。このように、円管状のアクチュエータを半径方向に伸縮させるできるので、例えば、指、腕等の圧迫マッサージ、血圧計等として利用することができるものである。

【0050】次に、図15には本発明の他の実施形態の原理図が示してある。すなわち、本実施形態においては電圧印加部3を設けた伸縮素子1を一對設け、両伸縮素子1間に電解質4を封入したものであり、一方の伸縮素子1の電圧印加部3に正電位の電圧が印加された際には他方の電圧印加部3に負電位が印加されるように両電圧印加部3をそれぞれ電源部2に接続したものである。そして、上記一方の伸縮素子1の電圧印加部3に正電位の電圧を印加し、他方の伸縮素子1の電圧印加部3に負電位の電圧を印加した場合、一方の伸縮素子1が伸張し、他方の伸縮素子1が収縮することになり、一つのアクチュエータで伸張と収縮という相異なる動きを同時に実現できることになる。

【0051】この原理を応用した一実施形態を図16に示している。本実施形態においては、自然状態が弧状に

10

20

30

40

50

湾曲した形状をした弾性芯材 8 の両側に弧状に湾曲した伸縮素子 1 を配置し、この伸縮素子 1 に電圧印加部 3 を設け、アクチュエータの外周部を被覆部 6 で被覆し、更に、弧状をしたアクチュエータの両端部を閉塞部 15 で閉塞し、内部に電解質 4 を封入したものである。しかし、一方の伸縮素子 1 の電圧印加部 3 に正電位の電圧を印加し、他方の伸縮素子 1 の電圧印加部 3 に負電位の電圧を印加した場合、一方の弧状をした伸縮素子 1 が伸張し、他方の弧状をした伸縮素子 1 が収縮することになり、印加する電圧の電位を逆にすると上記と逆の動作をし、これにより弧状をしたアクチュエータが半径方向に広がったり、収縮したりする湾曲動作をする（図 16 の矢印方向に動作する）ものである。上記のように、2 つの伸縮素子 1 間に電圧を印加することで、一方の伸縮素子 1 に正電位を印加して伸張した場合に、他方の伸縮素子 1 に負電位が印加されて収縮することになり、これによりアクチュエータは湾曲動作をするのであるが、この場合、他方の収縮する伸縮素子 1 が、伸張する一方の伸縮素子 1 の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品の特別なバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できることになる。

【0052】図 17 には図 15 に示すものの原理を応用した他の実施形態が示してある。すなわち、中央部の直状の弾性芯材 8 の両外側に上端部に電圧印加部 3 を設けた伸縮素子 1 を設置し、外周を被覆部 6 で被覆し、上端部開口部を閉塞部 15 で閉塞し、内部に電解質 4 を封入してアクチュエータを構成したものである。しかし、一方の伸縮素子 1 の電圧印加部 3 に正電位の電圧を印加し、他方の伸縮素子 1 の電圧印加部 3 に負電位の電圧を印加した場合、一方の伸縮素子 1 が伸張し、他方の弧状をした伸縮素子 1 が収縮することになり、印加する電圧の電位を逆にすると上記と逆の動作をし、これにより図 17 の矢印のようにアクチュエータが左右に首振り運動をするように屈曲するものである。上記のように、中央部の直状の弾性芯材 8 の両外側に上端部に電圧印加部 3 を設けた伸縮素子 1 を設置し、2 つの伸縮素子 1 間に電圧を印加することで、一方の伸縮素子 1 に正電位を印加して伸張した場合に、他方の伸縮素子 1 に負電位が印加されて収縮することになり、これによりアクチュエータは屈曲するものである。この場合、他方の収縮する伸縮素子 1 が、伸張する一方の伸縮素子 1 の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できることになる。

【0053】図 18 には図 15 に示すものの原理を応用した更に他の実施形態が示してある。すなわち、図 18 に示す本実施形態は、図 17 に示す実施形態において伸

縮素子 1 の伸縮方向に沿って少なくとも 2 箇所以上の電圧印加部 3 を設けたものである。本実施形態のアクチュエータの基本的な動作は図 17 に示すものと同じであって、アクチュエータが左右に首振り運動をするように屈曲するものである。そして、各電圧印加部 3 と電源部 2 とを接続する並列回路部にはそれぞれスイッチ 20 が設けてあり、伸縮方向に沿って複数設けた電圧印加部 3 に接続されたこれらのスイッチのオン、オフ切換えを選択することで、電圧印加場所を切換えるのである。伸縮素子 1 の伸縮量は電圧印加場所により異なるので、結果的にアクチュエータの屈曲率を制御できることになる。

【0054】図 19 には本発明の他の実施形態が示してある。本実施形態では、伸縮素子 1 を絶縁運動伝達部 9 を介して設置し、各伸縮素子 1 の絶縁運動伝達部 9 と反対側の端部に電圧印加部 3 を設け、外周を被覆部 6 で被覆し、上下両端開口部を閉塞部 15 で閉塞し、内部に電解質 4 を封入してアクチュエータを構成してある。しかし、この実施形態においては、一方の伸縮素子 1 に正の電位を印加し、他方の伸縮素子 1 に負の電位を印加することで、一方の伸縮素子 1 が伸張し、他方の伸縮素子 1 が収縮し、これにより絶縁運動伝達部 9 が上下運動を行うものである。この場合、他方の収縮する伸縮素子 1 が、伸張する一方の伸縮素子 1 の伸張する際における伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての直線伸張力を発現できることになる。

【0055】図 20 には本発明の他の実施形態が示してある。本実施形態においては、上下の剛性芯材 10 がリンク部 11 により結合してあり、このリンク部 11 により結合された剛性芯材 10 の両側にそれぞれ電圧印加部 3 を設けた伸縮素子 1 を配設し、外周を被覆部 6 で被覆し、上下両端開口部を閉塞部 15 で閉塞し、内部に電解質 4 を封入してアクチュエータを構成してある。しかし、この実施形態においては、一方の伸縮素子 1 に正電位を印加して伸張した場合に、他方の伸縮素子 1 に負電位が印加されて収縮することになり、これによりアクチュエータはリンク部 11 部分で屈曲して、関節的な屈曲が行われる。この場合、他方の収縮する伸縮素子 1 が、伸張する一方の伸縮素子 1 の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できることになる。このように本実施形態においては関節運動をするアクチュエータを提供できるものである。

【0056】次に、図 21 に本発明の更に他の実施形態の原理図が示してある。すなわち、本実施形態においては、2 つ以上の伸縮素子 1 を設け、この 2 つ以上の伸縮素子 1 への電圧の印加を切換える切換え部 12 を設け、

電圧切換えにより伸縮素子 1 の動作パターンを生成するようにしたものである。すなわち、各伸縮素子 1 と電源部 2 とを接続する回路部にそれぞれスイッチ 20 を設けて、これらのスイッチよりなる切換え部 12 を構成してある。そして、切換え部 12 において、上記 2 つ以上の伸縮素子 1 への電圧の印加を切換えることで、2 つ以上の伸縮素子 1 への電圧印加切換えパターンを種々変えることができ、すべての伸縮素子 1 を同時に伸張させたり、収縮させたり、あるいは、任意の伸縮素子 1 のみを伸張させたり、収縮させたりというように、伸張、収縮の組み合わせを変えて自由度の高い小型のアクチュエータを提供できるものである。

【0057】次に、図 22 に本発明の更に他の実施形態を示している。本実施形態においては、中心部に対向電極部 7 を設け、対向電極部 7 の外周部に少なくとも 3 個以上の伸縮素子 1 を設置してある。図 22 においては複数の伸縮素子 1 を環状に配設し、隣接する伸縮素子 1 間に絶縁体 25 を配設したものである。この実施形態においても外周を被覆部 6 で被覆し、内部に電解質 4 を封入してある。また図示を省略しているが、上下両端開口部は閉塞部で閉塞し、伸縮素子 1 には電圧印加部 3 が設けてある。そして、各伸縮素子 1 と電源部 2 とを接続する並列回路部にはそれぞれスイッチ 20 が設けてあって切換え部 12 が構成してある。しかして、3 個以上の伸縮素子 1 への電圧印加パターンを変えることで、全体を同電位とすることで図 22 における Z 方向に収縮したり、あるいは、3 個以上の伸縮素子 1 のうち一部を正電位、他の一部を負電位とすることで、X、Y、 $\theta$  ( $\theta$  は X、Y に対する捩れ角) の 3 次元的屈曲動作ができるアクチュエータを提供することができるものである。この場合、収縮する伸縮素子 1 が、伸張する伸縮素子 1 の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構 5 を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構 5 を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できることになる。

【0058】次に、図 23 に基づいて本発明の更に他の実施形態につき説明する。本実施形態においては、剛性芯材 10 がリンク部 11 により結合され、このリンク部 11 により結合された剛性芯材 10 の一方の側方に電圧印加部 3 を設けた伸縮素子 1 を、他方の側方にばね等のバイアス機構 5 を兼ねた対向電極部 7 を設けてある。図 23 の実施形態では金属製の引張りばねにより対向電極部 7 を兼用するバイアス機構 5 が構成してある。また、外周を被覆部 6 で被覆し、上下両端開口部を閉塞部 15 で閉塞し、内部に電解質 4 を封入してアクチュエータを構成してある。このものにおいては、電圧印加部 3 に正電位の電圧を印加し、対向電極部 7 に負電位の電圧を印加した場合、伸縮素子 1 が伸張してリンク部 11 を中心にして対向電極部 7 側に屈曲するが、この時、対向電極部 7 を兼用するバイアス機構 5 は引張りばねにより構成

してあるので、剛体芯材 10 をリンク部 11 を中心にして対向電極部 7 側に屈曲する力が作用し、伸縮素子 1 の伸張方向の力が付与されることになる。一方、電圧印加部 3 に負電位の電圧を印加し、対向電極部 7 に正電位の電圧を印加した場合、上記バイアス機構 5 を構成するばね力に抗して伸縮素子 1 が収縮してリンク部 11 を中心にして対向電極部 7 と反対側に剛体芯材 10 が屈曲する。このように、アクチュエータがリング部 11 を中心に対向電極部 7 側や伸縮素子 1 側に関節運動により屈曲するものである。また、本実施形態ではバイアス機構 5 と兼ねた対向電極部 7 が兼用してあることで、部品点数を削減できるものである。

【0059】ここで、図 23 の実施形態のものに更に、図 24 に示すように伸縮素子 1 の略中央部をガイドするための張力ガイド 13 をリンク部 11 に設けてもよいものである。このようにリンク部 11 に伸縮素子 1 の略中央部をガイドするための張力ガイド 13 を設けることで、伸縮素子 1 が収縮する際に張力ガイド 13 によりガイドされることとなり、少ない収縮量でより大きい屈曲ができることになる。

【0060】次に、図 25 に基づいて本発明の他の実施形態につき説明する。本実施形態においては、筒状をした対向電極部 7 に電圧印加部 3 を有する複数の伸縮素子 1 を挿入し、筒状の対向電極部 7 の内部において対向電極部 7 の内周と電圧印加部 3 を有する複数の伸縮素子 1 の外面との間に電解質 4 が充填してある。ここで、伸縮素子 1 は棒状あるいは筒状をしていて一端部に電圧印加部 3 を有しており、これを束にして筒状をした対向電極部 7 に挿入している。なお、図 25 は概略図であり、ばね等のバイアス機構の図示は省略しているが、前述の各実施形態と同様にバイアス機構を設けるものであり、この場合、各伸縮素子 1 毎にばね等のバイアス機構を設けてもよく、あるいは、束になった伸縮素子 1 に対してバイアス機構を設けてもよいものである。

【0061】そして、本実施形態においては電圧印加部 3 に正の電位を対向電極部 7 に負の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が伸張し、電圧印加部 3 に負の電位を対向電極部 7 に正の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が収縮するのであるが、各伸縮素子 1 が伸縮動作を行い、伸縮素子の断面積・表面積が増大し、大きな発生力の直動のアクチュエータとすることができるものである。

【0062】次に、図 26 に基づいて本発明の他の実施形態につき説明する。本実施形態においては、中心部に対向電極部 7 を配置し、薄膜化した伸縮素子 1 をひだ状に折り曲げて対向電極部 7 の外周部に配置した構成となっている。この実施形態においても電圧印加部 3 に正の電位を対向電極部 7 に負の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が伸張し、電圧印加部 3 に負の電位を対向電極部 7 に正の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が

10

20

30

40

50



収縮するのであるが、中心部に対向電極部 7 を配置し、薄膜化した伸縮素子 1 をひだ状に折り曲げて対向電極部 7 の外周部に配置することで、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子 1 の表面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくすることができるものである。また、中心部に対向電極 7 を設置することで、周囲の伸縮素子 1 に均一に電界を付加できるものである。

【0063】次に、図 27 に基づいて本発明の更に他の実施形態につき説明する。本実施形態においては、上記図 26 の実施形態において更に、中心部に配置した対向電極部 7 を図 27 に示すようにひだ状に屈曲してある。この実施形態においても、電圧印加部 3 に正の電位を対向電極部 7 に負の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が伸張し、電圧印加部 3 に負の電位を対向電極部 7 に正の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が収縮するのである。そして、本実施形態においても、図 26 の実施形態と同様に、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子 1 の表面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくすることができることに加え、更にまた、対向電極部 7 もひだ状に折り曲げることでポリマー（伸縮素子 1 を構成するポリアニリン、ポリピロール等の  $\pi$  共役型高分子材料）の酸化還元反応を促進し、伸縮時の伸縮速度が速くなるものである。

【0064】次に、図 28 に基づいて本発明の更に他の実施形態につき説明する。本実施形態においては、中心部に対向電極部 7 を配置し、薄膜化した伸縮素子 1 を対向電極部 7 を中心とした螺旋状にして対向電極の周囲に配置した構成となっている。この実施形態においても、電圧印加部 3 に正の電位を対向電極部 7 に負の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が伸張し、電圧印加部 3 に負の電位を対向電極部 7 に正の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が収縮するのであるが、薄膜化した伸縮素子 1 を対向電極部 7 を中心とした螺旋状にして対向電極の周囲に配置することで、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子 1 の表面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくすることができるものである。

【0065】次に、図 29 に基づいて本発明の更に他の実施形態につき説明する。本実施形態においては、薄膜化した伸縮素子 1 及び対向電極部 7 をそれぞれ螺旋状にして、両渦巻きの中心が共通で且つ一方の渦巻きの外周に他方の渦巻きが沿うように配置した構成となっている。この実施形態においても、電圧印加部 3 に正の電位を対向電極部 7 に負の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が伸張し、電圧印加部 3 に負の電位を対向電極部 7 に正の電位の電圧を印加することで伸縮素子 1 が収縮するのであるが、伸縮素子 1 を薄膜化することで、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子 1 の表面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくすることができるものである。また、両渦巻きの中心が共通で且つ一方の渦巻きの外周に他方の渦巻きが沿うように配置することで、

ポリマーの酸化還元反応を促進し、伸縮時の伸縮速度が速くなるものである。

#### 【0066】

【発明の効果】上記の請求項 1 記載の本発明にあっては、ポリアニリン、ポリピロール等の  $\pi$  共役型高分子材料で構成される伸縮素子と、該伸縮素子に電圧を印加するための電源部及び電圧印加部と、電流を伸縮素子から外部に導通させるための電解質とから成り、電圧印加部に正の電位を印加すると伸縮素子が伸張し且つ電圧印加部に負の電位を印加すると伸縮素子が収縮する機構において、伸縮素子の伸張時に伸張方向に力を発生するばね等のバイアス機構を設け、電圧印加部へ電位を供給する電源部は正電位、負電位の切換えが可変であって電圧値の絶対値及び極性の切換えによって伸縮素子の伸縮量を制御するので、電圧印加部に正電位を印加すると伸縮素子のイオンドーピング量が増大して伸縮素子が伸張しようとするが、このときばね等のバイアス機構により伸縮素子を伸張する方向の力が発生し、これによりアクチュエータとして利用する場合における伸張方向のアクチュエータ力を発現でき、また、電圧印加部に負電位を印加して伸縮素子が収縮する際には伸縮素子のイオンドーピング量が減少しバイアス機構の力に抗して伸縮素子が収縮し、収縮方向のアクチュエータ力を発現できるものであり、この結果、伸張、収縮の両方の動作をすることができるアクチュエータを簡単な構成で提供できるものである。

【0067】また、請求項 2 記載の発明にあっては、上記請求項 1 記載の発明の効果に加えて、電圧印加部と伸縮素子及びその近傍に対向電極部を設置し、最外周部にシリコン等の被覆部を形成し、対向電極部と伸縮素子との間に形成される空間に電解質を封入してあるので、電解質の外部漏洩を防止し、パッケージ型のアクチュエータを簡単な構成で提供できるものである。

【0068】また、請求項 3 記載の発明にあっては、上記請求項 1 又は請求項 2 記載の発明の効果に加えて、対向電極部を伸縮素子の周囲に設置してあるので、伸縮素子への電界が均一になり酸化還元反応が促進され、このように酸化還元反応が促進されることで、伸縮素子の伸縮も促進されるものである。

【0069】また、請求項 4 記載の発明にあっては、上記請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の発明の効果に加えて、電圧印加部と伸縮素子及びその近傍に対向電極部を設置し、対向電極部が網目構造であるので、対向電極が伸縮素子の伸縮に追随し、この結果、伸縮素子の伸縮に応答した形状変化が得やすいアクチュエータを提供できるものである。

【0070】また、請求項 5 記載の発明にあっては、上記請求項 1 記載の発明の効果に加えて、電圧印加部が伸縮素子の両端部に設置され、電源部からの電圧印加を伸縮素子の両端部から行うので、電荷注入速度が速くな



り、伸縮素子の酸化還元反応も促進されるものである。

【0071】また、請求項6記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、電圧印加部と伸縮素子の接点が伸縮素子の電気伝導度よりも大きいので、電荷注入速度が速くなり、伸縮素子の酸化還元反応も促進されるものである。

【0072】また、請求項7記載の発明にあつては、上記請求項1乃至請求項3のいずれかに記載発明の効果に加えて、電圧印加部と伸縮素子及びその近傍に対向電極部を設置するものであつて、バイアス機構がコイルばね状をしていて該バイアス機構が対向電極部を兼ねているので、バイアス機構と対向電極部とを兼用して部品点数の少ないアクチュエータを提供できるものである。

【0073】また、請求項8記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、最外周を被覆する被覆部が弾性体で構成されてバイアス機構を兼ねているので、被覆体がバイアス機構を兼用して部品点数の少ないアクチュエータを提供できるものである。

【0074】また、請求項9記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、中心部に対向電極部を設置し、薄膜化した伸縮素子をロール状にして対向電極部の周囲に配置してあるので、伸縮素子の表面積をアップさせて伸縮率を向上させることができるものであり、また、中心部に対向電極部を設置することで周囲のロール状の対向電極部に均一に電界を付加できるものである。

【0075】また、請求項10記載の発明にあつては、上記請求項9記載の発明の効果に加えて、ロール状をした伸縮素子の更に外周を囲むように対向電極部を配置するので、ロール状をした伸縮素子の内外両面に均一な電界を印加できて、伸縮素子の酸化還元反応が促進され、結果的に伸縮素子の伸縮を促進することができるものである。

【0076】また、請求項11記載の発明にあつては、上記請求項10記載の発明の効果に加えて、ロール状をした伸縮素子と対向電極部を複数層配置するので、収縮時の引張り力を向上させることができるものである。

【0077】また、請求項12記載の発明にあつては、上記請求項1又は請求項4記載の発明の効果に加えて、ロール状をした伸縮素子と対向電極部とを径方向に配設したアクチュエータが円管状をしているので、半径方向に膨張、収縮する円管状のアクチュエータを提供できるものである。

【0078】また、請求項13記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、伸縮素子を一対設け、この一対の伸縮素子に一方が伸張する際には一方が収縮するように一方の伸縮素子に正の電圧を印加した際には他方の伸縮素子には負の電圧を印加するので、伸張と収縮の相異なる動きを同時実現できるアクチュエータを提供することができるものである。

【0079】また、請求項14記載の発明にあつては、上記請求項1又は請求項13記載の発明の効果に加えて、自然状態が湾曲形状となった弾性芯材の両側に伸縮素子を設置するので、湾曲したアクチュエータの半径方向に広がったり、狭まったりする湾曲運動を実現できるものである。また2つの伸縮素子間に電圧を印加することで、一方の伸縮素子に正電位を印加して伸張した場合に、他方の伸縮素子に負電位が印加されて収縮することになり、これによりアクチュエータは湾曲動作をするのであるが、この場合、他方の収縮する伸縮素子が、伸張する一方の伸縮素子1の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構を構成することになり、したがって、別部品の特別なバイアス機構を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できるものである。

【0080】また、請求項15記載の発明にあつては、上記請求項1又は請求項13記載の発明の効果に加えて、中央部の直状の弾性芯材の両外側に伸縮素子を設置するので、左右方向に屈曲する屈曲自由度のあるアクチュエータを提供できるものである。

【0081】また、請求項16記載の発明にあつては、上記請求項15記載の発明の効果に加えて、伸縮素子の伸縮方向に沿って少なくとも2箇所以上の電圧印加部を設け、電圧印加場所を切換え自在としてあるので、簡単な構成で屈曲率の変化を制御できるアクチュエータを提供することができるものである。

【0082】また、請求項17記載の発明にあつては、上記請求項1又は請求項13記載の発明の効果に加えて、伸縮素子を絶縁運動伝達部を介して設置し、各伸縮素子の絶縁運動伝達部と反対側の端部に電圧印加部を設け、それぞれの伸縮素子の電圧印加部に逆の電位を印加して絶縁運動伝達部を上下させるので、簡単な構成で絶縁運動伝達部が上下移動するアクチュエータを提供できるものである。また、他方の収縮する伸縮素子が、伸張する一方の伸縮素子の伸張する際における伸張を助長するためのバイアス機構を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できるものである。

【0083】また、請求項18記載の発明にあつては、上記請求項1又は請求項13記載の発明の効果に加えて、剛性芯材がリンク部により結合され、このリンク部により結合された剛性芯材の両側に伸縮素子を配設してあるので、関節運動して屈曲するアクチュエータを提供できるものである。また、他方の収縮する伸縮素子が、伸張する一方の伸縮素子の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できるものである。

【0084】また、請求項19記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、2つ以上の伸縮素子を設け、この2つ以上の伸縮素子への電圧の印加を切替える切替え部を設け、電圧切替えにより伸縮素子の動作パターンを生成するので、2つ以上の伸縮素子への電圧印加切替えパターンを種々変えることで、すべての伸縮素子を同時に伸張させたり、収縮させたり、あるいは、伸張、収縮の組み合わせを変えたりして自由度の高いアクチュエータを提供できるものである。

【0085】また、請求項20記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、中心部に対向電極部を設け、対向電極部の外周部に少なくとも3個以上の伸縮素子を設置し、3個以上の伸縮素子への電圧の印加を切替えるので、3次元屈曲動作ができるアクチュエータを提供することができるものである。また、収縮する伸縮素子が、伸張する伸縮素子の屈曲伸張する際における屈曲伸張を助長するためのバイアス機構を構成することになり、したがって、別部品のバイアス機構を必要とすることなく、アクチュエータとしての屈曲伸張力を発現できることになる。

【0086】また、請求項21記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、剛性芯材がリンク部により結合され、このリンク部により結合された剛性芯材の一方の側方に伸縮素子を、他方の側方にばね等のバイアス機構を兼ねた対向電極部を設けてあるので、リンク部部分で屈曲して、関節的な屈曲が行われるアクチュエータを提供できるものである。また、バイアス機構と兼ねた対向電極部が兼用してあることで、部品点数を削減できるものである。

【0087】また、請求項22記載の発明にあつては、上記請求項21記載の発明の効果に加えて、リンク部に伸縮素子の略中央部をガイドするための張力ガイドを設けてあるので、伸縮素子が収縮する際に張力ガイドによりガイドされることで、少ない収縮量でより大きい屈曲ができるアクチュエータを提供することができるものである。

【0088】また、請求項23記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、筒状をした対向電極部に、電圧印加部を有する伸縮素子を複数挿入し、筒状の対向電極部の内部において対向電極部の内周と電圧印加部を有する複数の伸縮素子の外面との間が電解質であるので、各伸縮素子が伸縮動作を行い、全体として発生力の大きい直動のアクチュエータとすることができるものである。

【0089】また、請求項24記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、中心部に対向電極部を配置し、薄膜化した伸縮素子をひだ状に折り曲げて対向電極部の外周部に配置するので、ひだにより伸縮素子の表面積が増大し、この結果、同一サイズのアクチュエータでも伸縮時の発生力を大きくすること

ができ、また、中心部に対向電極部を設置することで、周囲の伸縮素子に均一に電界を付加できるものである。

【0090】また、請求項25記載の発明にあつては、上記請求項24記載の発明の効果に加えて、中心部に配置した対向電極部をひだ状に屈曲しているので、ひだにより伸縮素子の表面積が増大し、この結果、同一サイズのアクチュエータでも伸縮時の発生力を大きくすることができ、対向電極部もひだ状に折り曲げることでポリマーの酸化還元反応を促進し、伸縮時の伸縮速度が速くなり、この結果、伸縮時の発生力が大きく且つ伸縮時の伸縮速度の速いアクチュエータを提供できるものである。

【0091】また、請求項26記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、中心部に対向電極部を配置し、薄膜化した伸縮素子を対向電極部を中心とした螺旋状にして対向電極の周囲に配置してあるので、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子の表面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくすることができるものである。

【0092】また、請求項27記載の発明にあつては、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、薄膜化した伸縮素子及び対向電極部をそれぞれ螺旋状にして、両渦巻きの中心が共通で且つ一方の渦巻きの外周に他方の渦巻きが沿うように配置したので、同一サイズのアクチュエータでも伸縮素子の表面積を大きくできて伸縮時の発生力を大きくすることができ、また、両渦巻きの中心が共通で且つ一方の渦巻きの外周に他方の渦巻きが沿うように配置することで、ポリマーの酸化還元反応を促進し、伸縮時の伸縮速度が速くなるものであり、この結果、伸縮時の発生力が大きく且つ伸縮時の伸縮速度の速いアクチュエータを提供できるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の原理図であり、(b)は伸縮素子の伸張を示す説明図であり、(c)は伸縮素子の収縮を示す説明図である。

【図2】(a)乃至(c)は同上のバイアス機構の作用説明図である。

【図3】(a)は同上の電圧と伸縮量の関係を示すグラフであり、(b)は極性による伸縮方向の反転を説明する説明図である。

【図4】本発明の一実施形態を示し、(a)は概略正面断面図であり、(b)は概略平面断面図である。

【図5】本発明の他の実施形態を示し、(a)は概略正面断面図であり、(b)は概略平面断面図である。

【図6】本発明の更に他の実施形態を示し、(a)は概略正面断面図であり、(b)は概略平面断面図であり、(c)は網目構造の対向電極を示す斜視図であり、(d)は網目構造の対向電極の収縮状態を示す斜視図であり、(e)は網目構造の対向電極の伸張状態を示す斜視図である。

【図7】本発明の更に他の実施形態の概略正面断面図で

ある。

【図 8】本発明の更に他の実施形態の概略正面断面図である。

【図 9】本発明の更に他の実施形態の概略正面断面図である。

【図 10】(a) は本発明の更に他の実施形態の伸張時の概略正面断面図であり、(b) は収縮時の概略正面断面図である。

【図 11】本発明の更に他の実施形態を示し、(a) は概略正面断面図であり、(b) は概略平面断面図である。

【図 12】本発明の更に他の実施形態を示し、(a) は概略正面断面図であり、(b) は概略平面断面図である。

【図 13】本発明の更に他の実施形態を示し、(a) は概略正面断面図であり、(b) は概略平面断面図である。

【図 14】本発明の更に他の実施形態を示す概略平面断面図である。

【図 15】本発明の更に他の実施形態の原理図である。

【図 16】本発明の更に他の実施形態の概略断面図である。

【図 17】本発明の更に他の実施形態の概略正面断面図である。

【図 18】本発明の更に他の実施形態の概略正面断面図である。

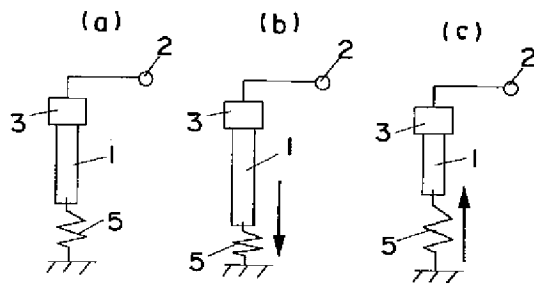
【図 19】本発明の更に他の実施形態の概略正面断面図である。

【図 20】(a) は本発明の更に他の実施形態を示す正面断面図であり、(b) は屈曲状態を示す正面断面図である。

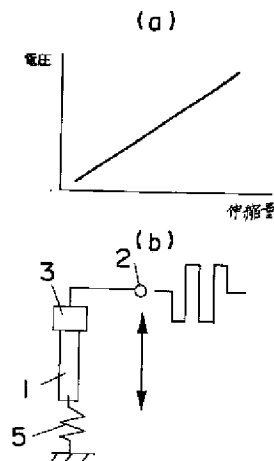
【図 21】本発明の更に他の実施形態の原理図である。

【図 22】(a) は本発明の更に他の実施形態を示す平面断面図であり、(b) は屈曲を示す斜視図である。 \*

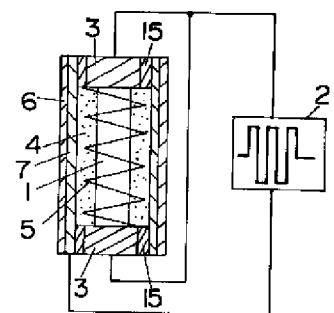
【図 2】



【図 3】



【図 7】



\* 【図 23】(a) は本発明の更に他の実施形態を示す正面断面図であり、(b) は屈曲状態を示す正面断面図である。

【図 24】本発明の更に他の実施形態を示す屈曲状態を示す正面断面図である。

【図 25】本発明の更に他の実施形態を示し、(a) は概略平面断面図であり、(b) は概略正面断面図である。

【図 26】本発明の更に他の実施形態を示し、(a) は概略平面断面図であり、(b) は概略正面断面図である。

【図 27】本発明の更に他の実施形態を示し、(a) は概略平面断面図であり、(b) は概略正面断面図である。

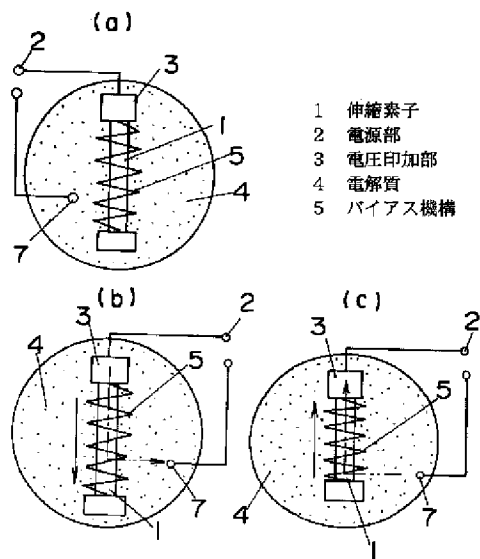
【図 28】本発明の更に他の実施形態を示し、(a) は概略平面断面図であり、(b) は概略正面断面図である。

【図 29】本発明の更に他の実施形態を示し、(a) は概略平面断面図であり、(b) は概略正面断面図である。

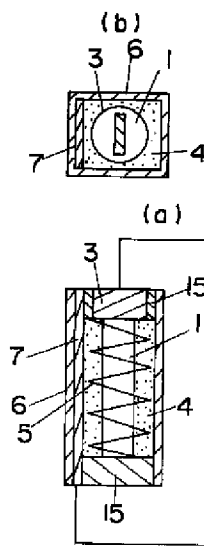
#### 【符号の説明】

- 1 伸縮素子
- 2 電源部
- 3 電圧印加部
- 4 電解質
- 5 バイアス機構
- 6 被覆部
- 7 対向電極部
- 8 弾性芯材
- 9 絶縁運動伝達部
- 10 剛性芯材
- 11 リンク部
- 12 切換え部
- 13 張力ガイド

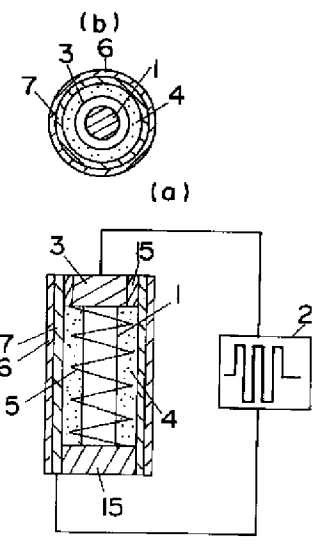
【図1】



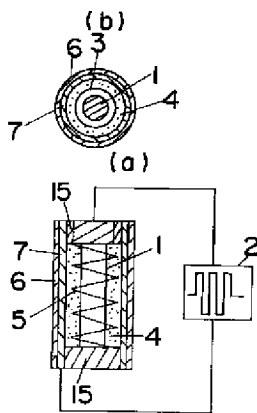
【図4】



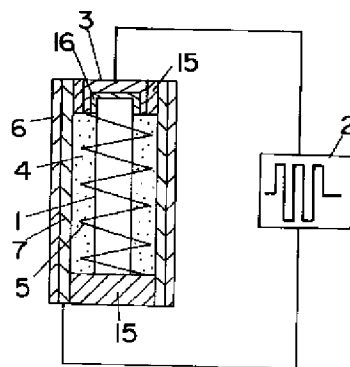
【図5】



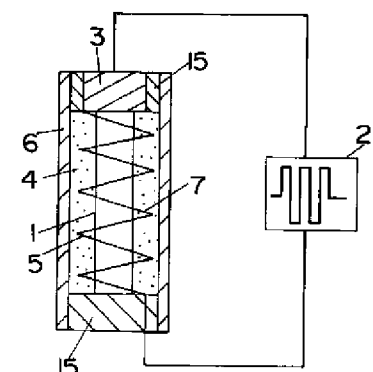
【図6】



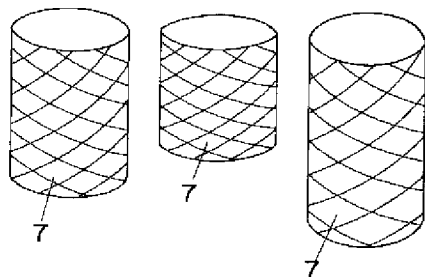
【図8】



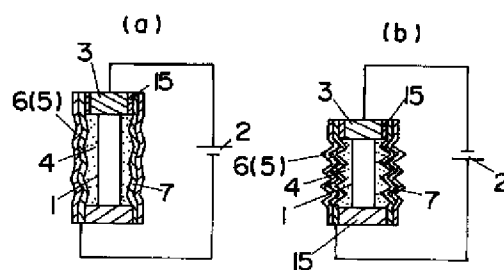
【図9】



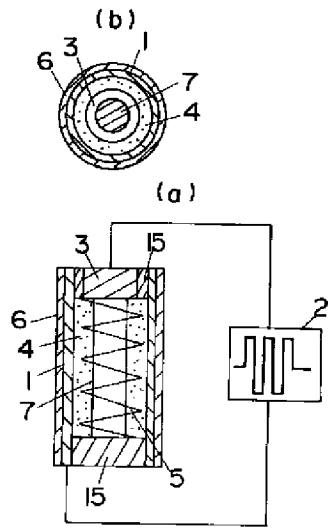
(c) (d) (e)



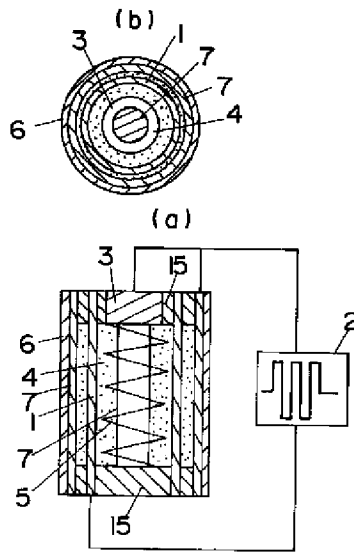
【図10】



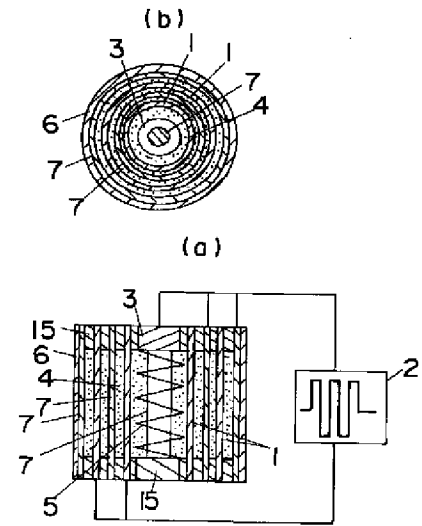
【図11】



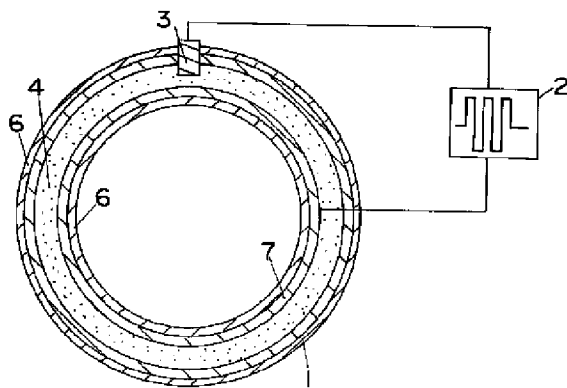
【図12】



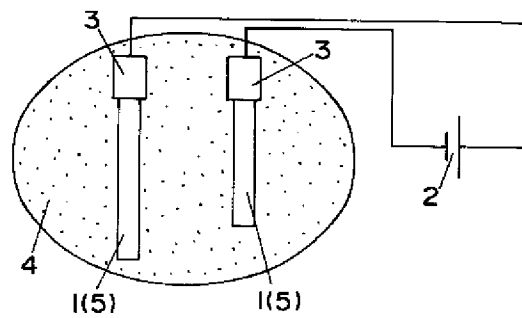
【図13】



【図14】

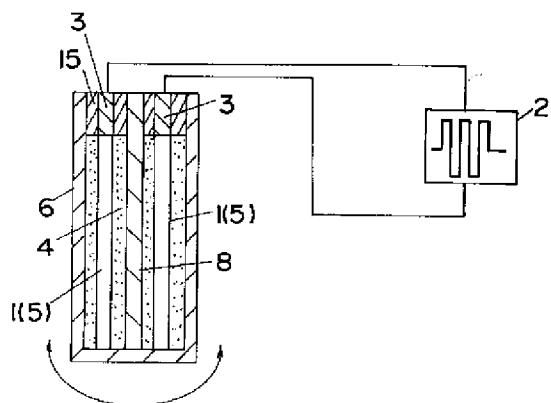
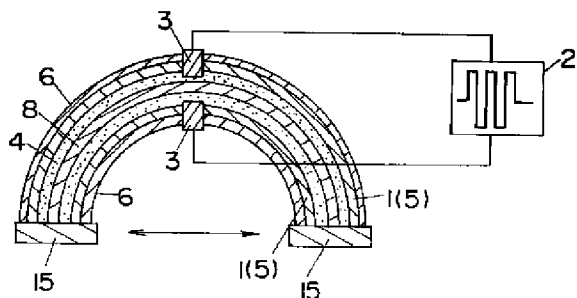


【図15】

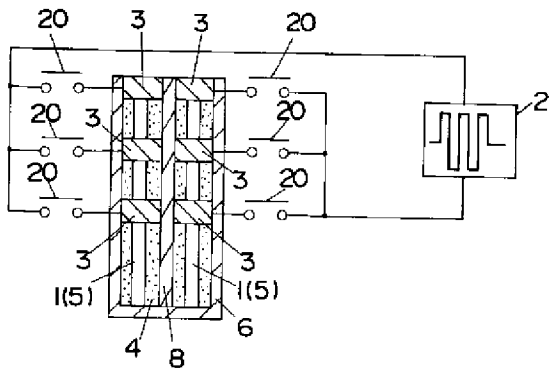


【図17】

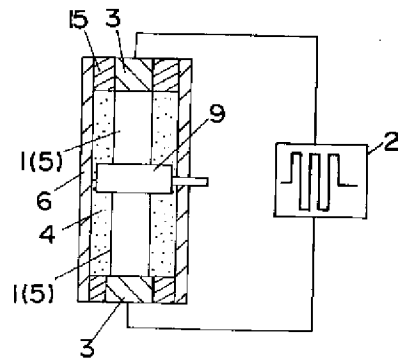
【図16】



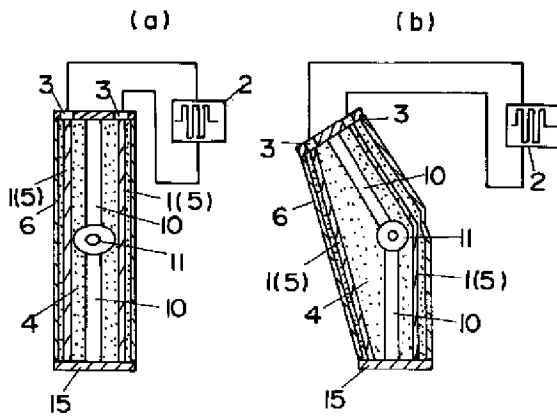
【図18】



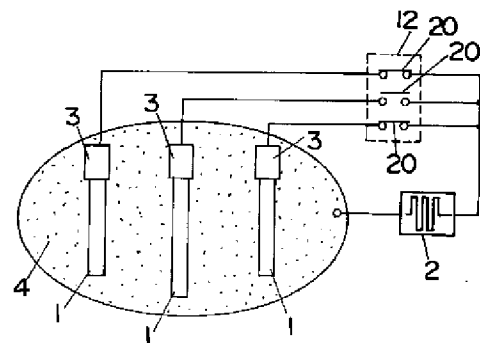
【図19】



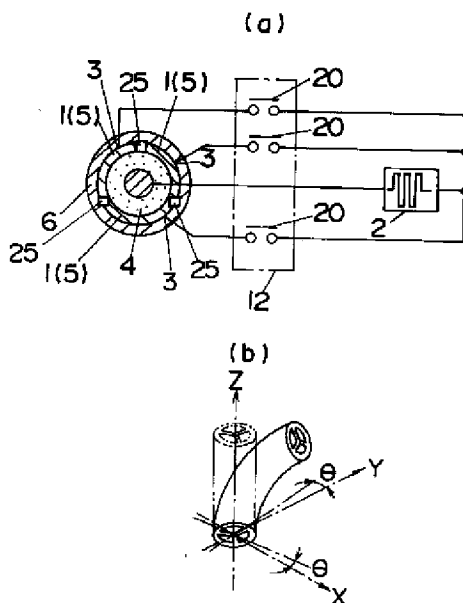
【図20】



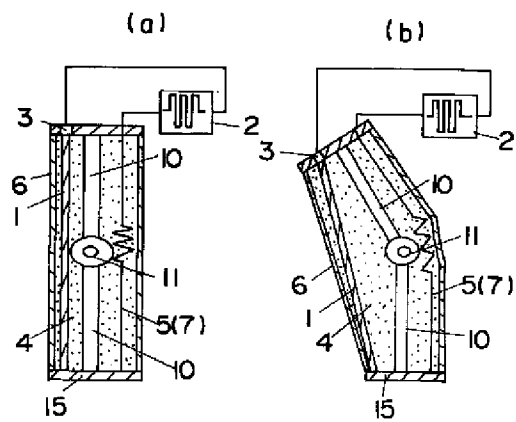
【図21】



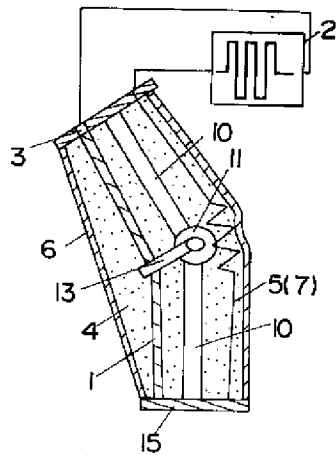
【図22】



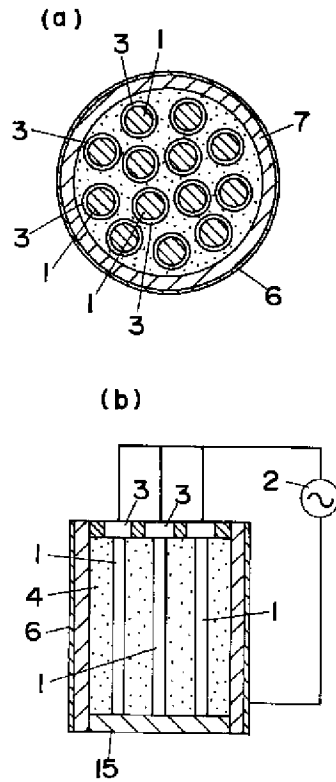
【図23】



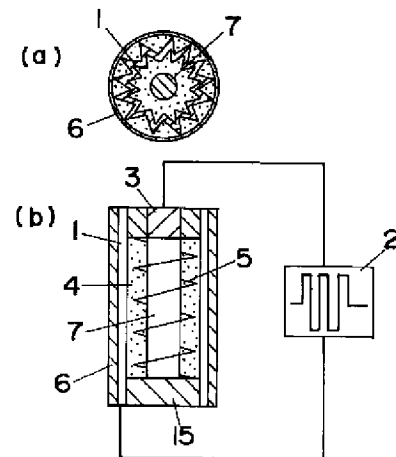
【図24】



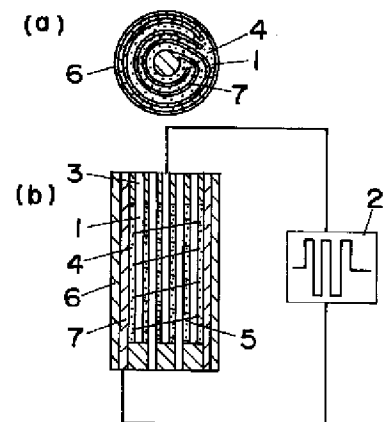
【図25】



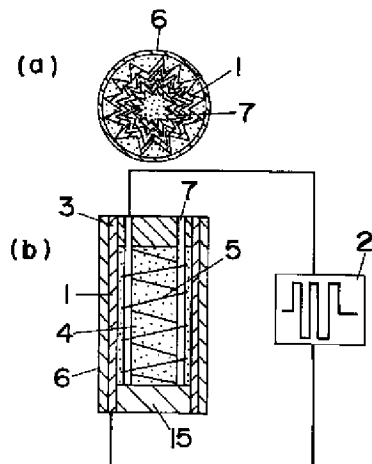
【図26】



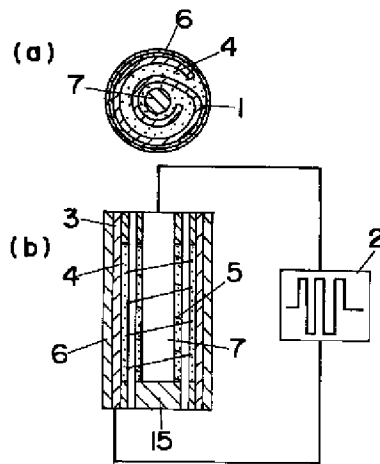
【図29】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(72)発明者 進藤 崇  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(72)発明者 畠 一志  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

(72)発明者 北野 幸彦  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

F ターム(参考) 5H680 AA00 AA01 AA08 BB01 BB13  
BB20 DD01 DD15 DD39 DD53  
DD73 DD74 DD83 DD88 DD92  
EE07 GG11 GG41